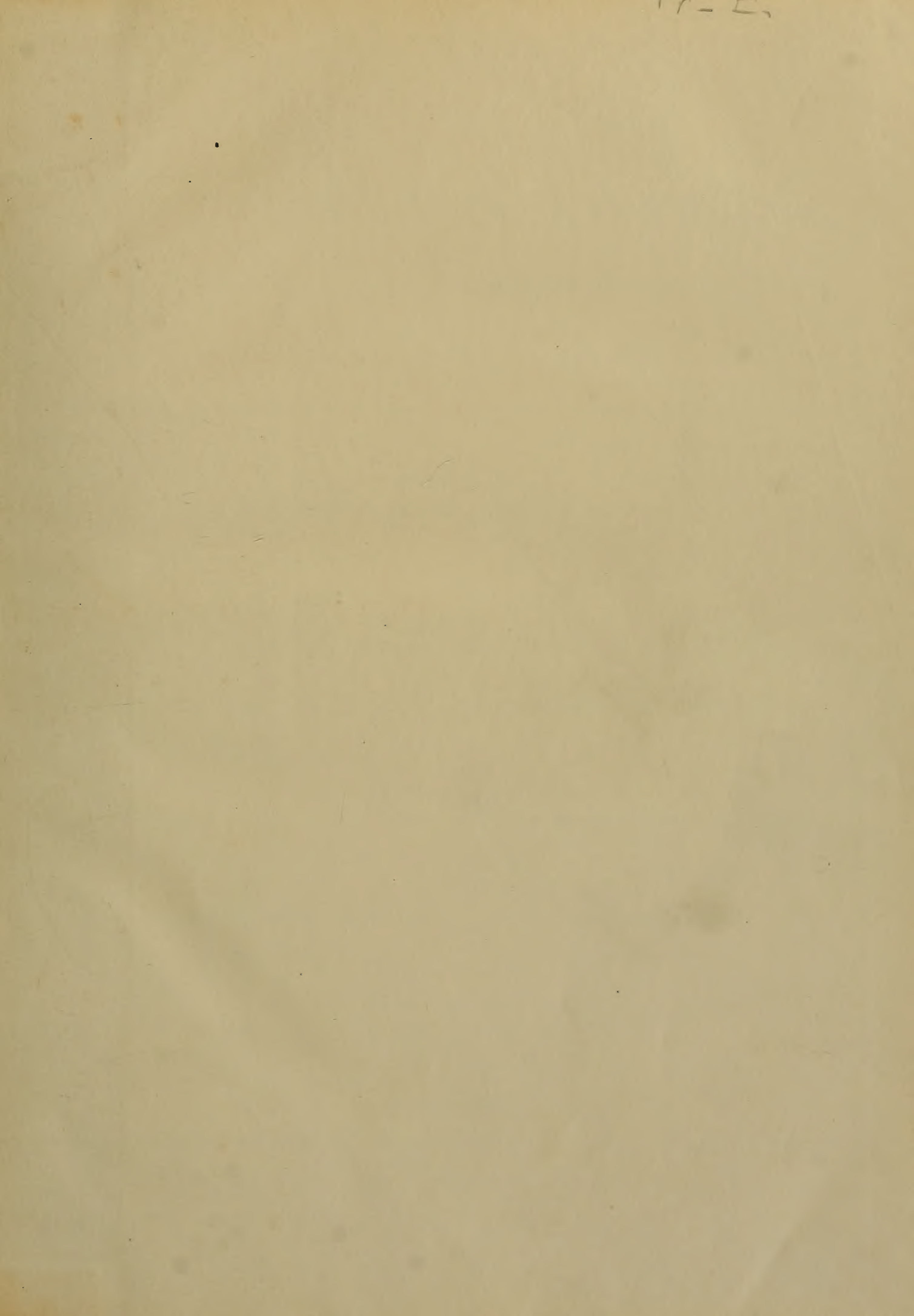
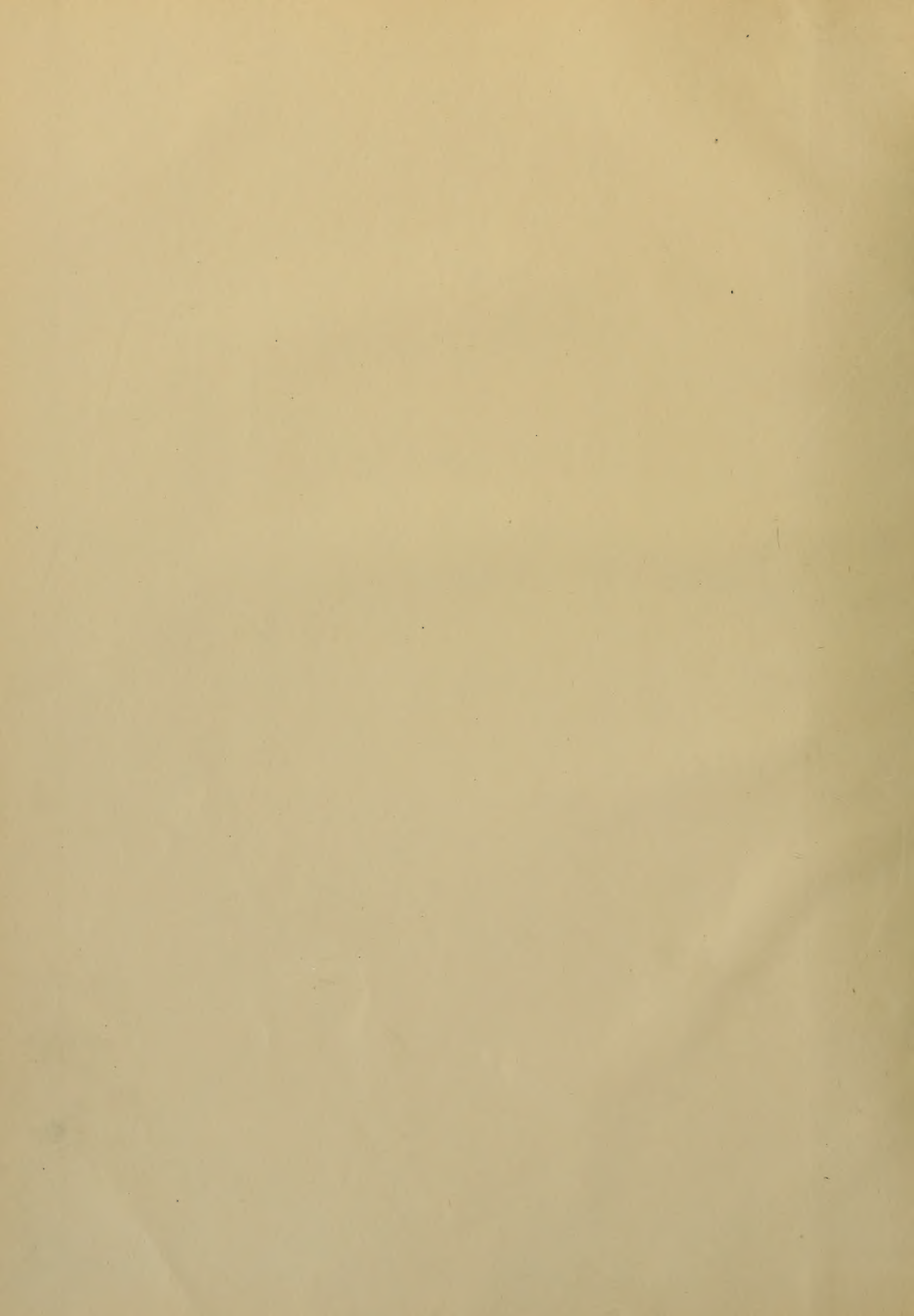






TANULMÁNYOK
A VÉGLÉNYEK KÖRÉBŐL.

A KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT MEGBIZÁSÁBÓL

IRTA

ENTZ GÉZA

A KOLOZSVÁRI M. KIR. FERENCZ JÓZSEF-EGYETEMEN AZ ÁLLATTAN ÉS ÖSSZEHASONLITÓ BONCZTAN NY. R. TANÁRA.

ELSŐ RÉSZ.

A VÉGLÉNYEK ISMERETÉNEK FEJLŐDÉSE. — TÖRTÉNETI ÉS KRITIKAI ÁTPILLANTÁS.

STUDIEN ÜBER PROTISTEN.

IM AUFTRAGE DER KÖN. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

VERFASST VON

GÉZA ENTZ

O. Ö. PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND VERGL. ANATOMIE AN DER KÖN. UNG. FRANZ JOSEFS-UNIVERSITÄT ZU KLAUSENBURG.

I. THEIL.

ENTWICKELUNG DER KENNTNISS DER PROTISTEN. — EIN HISTORISCH-KRITISCHER ÜBERBLICK.

ÜBERSETZT VON

ALADÁR RÓZSAHEGYI

O. Ö. PROFESSOR DER HYGIENE AN DER KÖN. UNG. FRANZ JOSEFS-UNIVERSITÄT ZU KLAUSENBURG.

BUDAPEST.

KIADJA A KIR. MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT. ✶ VERLAG DER K. U. NATURWISSENSCHAFTL. GESELLSCHAFT

1888.

12 July, 1888.
Museum of Comp. Zoöl.

FRANKLIN-TÁRSULAT KÖNYVSAJTÓJA.

SEMSEY ANDOR

Úrnak,

legőszintébb tisztelete jeléül,

ajánlja

a szerző.

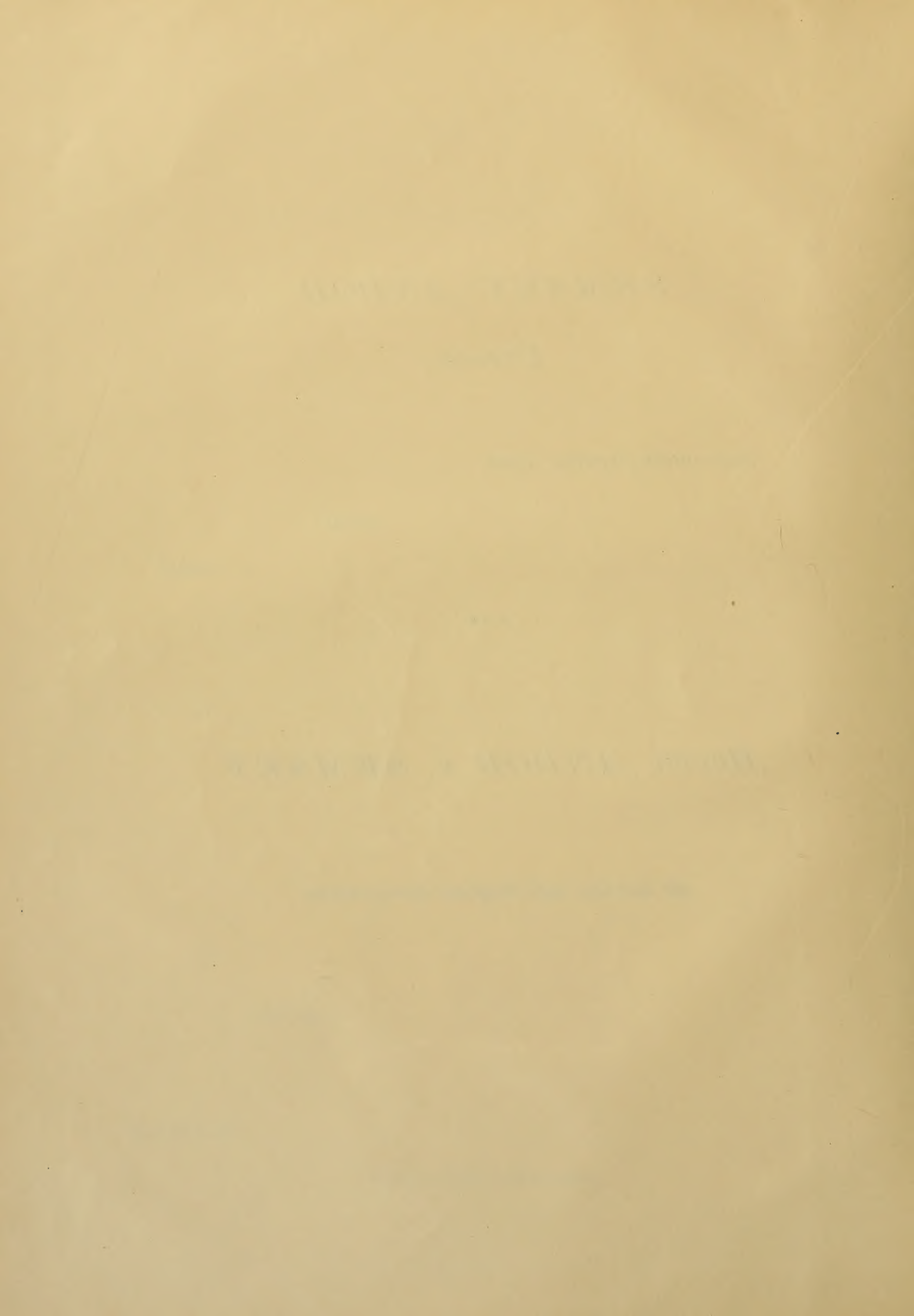
* * *

Herrn ANDOR v. SEMSEY

als Zeichen aufrichtigster Hochachtung

gewidmet

vom Verfasser.



Társulatunk tiszteleti tagja, SEMSEY ANDOR úr, 1875-ben 1000 frtot bocsátott a k. m. Természettudományi Társulat rendelkezésére, oly czélból, hogy az az állattan köréből kitüzendő pályakérdések díjazására fordíttassék. A választmány a nyilt pályázatra beérkezett ajánlatok ügyében 1875. junius 16-án tartott ülésén határozott és egyik munka megirásával dr. ENTZ GÉZA egyet. tanárt bízta meg.

Midőn e munkát ezennel közrebocsátjuk, egyuttal a Társulat nevében köszönetet mondunk SEMSEY ANDOR úrnak, ki a rendelkezésünkre adott pályadíjon kívül nemes áldozatkészséggel a munka kiadásának költségeit is viselte.

Budapesten, 1887. deczember havában.

Lengyel Béla
e. titkár.

Herr ANDOR VON SEMSEY, Ehrenmitglied der Königlichen Ungarischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, stellte dieser im Jahre 1875 Eintausend Gulden zur Verfügung, damit diese Summe zur Prämiirung von Preisfragen aus dem Gebiete der Zoologie verwendet werden möge. Der leitende Ausschuss der Gesellschaft beschloss in seiner am 16. Juni 1875 abgehaltenen Sitzung auf Grund der in Folge offener Preisausschreibung eingelangten Anerbieten Herrn Dr. GÉZA ENTZ, Universitätsprofessor zu Klausenburg mit der Ausarbeitung des nun in seinem ersten Theile vorliegenden Werkes zu betrauen.

Indem wir dasselbe der Oeffentlichkeit übergeben, ergreifen wir die Gelegenheit, um Herrn ANDOR VON SEMSEY im Namen der Gesellschaft unseren Dank dafür auszusprechen, dass er ausser der obbenannten Preissumme auch noch die Verlagskosten des Werkes mit edler Opferwilligkeit bestritten hat.

Budapest, im Dezember 1887.

Béla Lengyel
Secretär.

Ac tandem, ut verbo dicam, quo altius nos in Naturae arcana no insinuare conamur, eo magis patet, nos ad ultimum ejus mysterium, unquam perventuros; licet multi, cum bono utuntur microscopios stulte arbitrentur, nil jam visum effugere posse.

Antonius van Leeuwenhoek.
Epistola ad Antonium Heijnsium.
1695.

ELŐSZÓ.

A munkák előszava voltaképen azoknak utószava. — Így értelmezendő ez az előszó is, mely az 1879-dik év közepén megkezdett s 1882. elején jelenlegi alakjában befejezett munkámnak utóhangja.

Midőn a kir. magyar Természettudományi Társulat megtisztelő megbízásának eleget teendő, több évre terjedő vizsgálataim eredményeinek feldolgozásához fogtam, ébredt fel bennem azon kérdés: vajjon — különösen hazai szakirodalmunknak állását véve tekintetbe — érdemes munkát végezek-e, ha olyan területről közlök részletes tanulmányokat, a melyeknek nálunk úgyszólván alig volt még mívelője, s melyről irodalmunkban hiába keresünk a tudomány jelenlegi állásáról tájékoztató munkát? De nemcsak hazai irodalmunk, hanem a külföldnek gazdag szakirodalma sem dicsekedhetett abban az időben olyan munkával, mely a szertelenül szétszórt adatokat egybegyüjtve, értékök szerint méltányolva s kellőleg feldolgozva nyujtaná. Az egyedüli, ily tekintetben számot tevő munka Bronn-é,[1] mely azonban csak az 1857—58-ig terjedő ismeretekre támaszkodik. Claparède és Lachmann-nak 1858—61-ig megjelent nagyfontosságú tanulmányai[2] csak a gyökérlábúakra, csillószőrös ázalékállatkákra meg részben az ostoros ázálékállatkákra szorítkoznak, s azon kívül, hogy a haladó kor túlszárnyalta, az irodalmat csak oly mértékben veszik tekintetbe, a milyenben azt a szerzők tanulmányai épen megkivánták. Stein-nak 1859-től kezdve megjelent nagyszabású publicátiói,[3] melyeknek utolsó kötete a tudomány nagy kárára, fájdalom, csonkán maradt,

[1] L. irod. jegyz.
[2] L. u. o.
[3] L. u. o.

VORWORT.

Das Vorwort eines Werkes ist eigentlich dessen Nachwort. — So ist auch dieses Vorwort aufzufassen, — es ist ein Nachklang zu meinem um die Mitte des Jahres 1879 begonnenen und in seiner vorliegenden Form zu Anfang des Jahres 1882 vollendeten Werke.

Als ich dem ehrenden Auftrag der Königl. Ungar. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Folge leistend mich anschickte, die Ergebnisse meiner mehrere Jahre lang fortgesetzten Untersuchungen aufzuarbeiten, stellte sich mir die Frage entgegen: ob ich wohl — besonders mit Rücksicht auf den Stand unserer vaterländischen Fachliteratur — eine lohnende Arbeit verrichte, wenn ich Detail-Studien über ein Gebiet mittheile, welches hierzulande der Mitarbeiter sozusagen gänzlich entbehrte, und für welches man in unserer Literatur nach einem über den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft orientirenden Werk vergebene Umschau hält? — Aber nicht nur unsere vaterländische Literatur, auch die reichhaltige Fachliteratur des Auslandes konnte sich zu jener Zeit keines Werkes rühmen, welches die weithin zerstreuten Angaben gesammelt, nach ihrem Werth gewürdigt und entsprechend bearbeitet dargeboten hätte. Das in dieser Hinsicht als Einziges in Betracht kommende Werk war das Bronn'sche,[1] welches aber blos auf den bis 1857—58 reichenden Kenntnissen fusst. Die in den Jahren 1858—61 veröffentlichten hochwichtigen Studien von Claparède und Lachmann[2] beschränken sich blos auf die Rhizopoden, Ciliaten und zum Theil auf die Flagellaten, und ausserdem dass dieselben durch den Fortschritt des Zeitalters überholt sind, findet dort die Literatur nur insofern Berücksichtigung, als die Verfasser die-

[1] S. Liter.-Verz.
[2] Ibidem.

monografiák, melyek mint ilyenek, a véglényeknek csak egyes osztályaival, vagy rendjeivel foglalkoznak s csak a legelső kötet nyujt általános átpillantást a véglényeknek azon időbeli ismeretéről.

A szakirodalomnak jelzett állását tartva szem előtt, határoztam magamat arra, hogy tanulmányaim bevezetése gyanánt, összefoglaljam a véglényekre munkatervem megváltoztatásáig vonatkozó ismereteket s azokat, saját búvárlati eredményeimet is tekintetbe véve és felhasználva, valamint — és erre nagy súlyt fektettem, s kiváló gondot fordítottam — a nagyobb részt egyes értekezésekben szétszórt adatok pontos megjelölésével feldolgozzam.

Hogy egy olyan általános áttekintést nyujtó munka, a milyen szemem előtt lebegett, a szakköröknek abban az időben tényleg közóhajtása volt legjobban bizonyítja az a körülmény, hogy munkám megkezdésével csaknem egyidejüleg (1880) kezdette meg SAVILLE KENT nagy kézikönyvét,[1] mely a véglények egy részéről, t. i. az ostoros és csillószőrös ázalékállatkákról való összes eddigi ismereteinket felöleli; BÜTSCHLI pedig ugyanakkor (1880) vállalta magára, hogy a BRONN meginditotta encyclopædicus munka számára az összes állati véglényeket újra kidolgozza;[2] BALBIANI végre a Collège de France-ban tartott előadási sorozatban kezdette meg a véglényeknek a tudomány újabb állása szerint való tárgyalását.[3] Mindezek között BÜTSCHLI-nek még folyamatban levő munkája bizonyára a legnagyobb fontosságú, s teljesen elkészülve, oly becses kézikönyv fog lenni, mely az újabb nemzedéknek teljes tájékoztatást nyujtand mindarról, a mi megjelenéseig a búvárkodás ezen területén történt. — Hogy ezen befejezése felé közeledő

[1] A Manual of the Infusoria: including a description of all known Flagellate, Ciliate, and tentaculiferous Protozoa, british and foreign, and an Account of the Organisation and Affinities of the Sponges. Vol. I—III. London, 1880–82.

[2] L. irod. jegyz. Lief. 1—34. Hátra vannak még a csillószőrös ázalékállatkák.

[3] Les Organismes unicellulaires. Les Protozoaires. Journal de Micrographie. 1881—1884.

selbe zu ihren Studien benöthigten. Die seit 1859 erschienenen gross angelegten Publicationen von STEIN,[1] deren letzter Band zum grossen Schaden der Wissenschaft leider unvollendet geblieben ist, sind Monographieen, und behandeln als solche blos einzelne Classen oder Ordnungen der Protisten; nur der erste Band liefert einen allgemeinen Ueberblick von der damaligen Kenntniss der Protisten.

Den gekennzeichneten Stand der Fachliteratur vor Augen haltend, entschloss ich mich als Einleitung zu meinen Studien die bis zur Abänderung meines Arbeitsplanes reichenden Kenntnisse von den Protisten zusammenzufassen, und mit Berücksichtigung und Verwerthung meiner eigenen Forschungsergebnisse, sowie — worauf ich ein grosses Gewicht legte und besondere Sorgfalt verwendete — unter genauer Angabe der grösstentheils in einzelnen Abhandlungen zerstreuten Daten aufzuarbeiten.

Dass der Mangel eines solchen, einen allgemeinen Ueberblick gewährenden Werkes, wie es meinen Augen vorschwebte, zu jener Zeit in Fachkreisen wirklich allgemein empfunden wurde, wird am besten durch den Umstand bewiesen, dass beinahe gleichzeitig mit der Inangriffnahme meines Werkes (1880) SAVILLE KENT sein grosses Handbuch[2] herauszugeben anfing, welches alle unsere bisherigen Kenntnisse über Flagellaten und Ciliaten umfasst; zur selben Zeit (1880) übernahm BÜTSCHLI die Neubearbeitung sämmtlicher thierischen Protisten für das von BRONN begonnene encyclopädische Werk[3]; endlich hat BALBIANI in einer im Collège de France gehaltenen Reihe von Vorlesungen die Behandlung der Protisten nach dem neueren Stand der Wissenschaft begonnen.[4] Von allen diesen Werken ist das noch im Zuge befindliche von BÜTSCHLI gewiss das bedeutsamste, und wird im vollendeten Zustand ein so werthvolles Handbuch abgeben, aus welchem die jüngere Generation über das auf diesem Forschungsgebiet bis zu seinem Erscheinen Geschehene eine

[1] Ibidem.

[2] A Manual of the Infusoria: including a description of all known Flagellate, Ciliate, and tentaculiferous Protozoa, british and foreign, and an Account of the Organisation and Affinities of the Sponges. Vol. I—III. London. 1880—82.

[3] S. Liter.-Verzeichn. Liefg. 1—34. Es fehlen noch die Ciliaten.

[4] Les organismes unicellulaires. Les Protozoaires. Journal de Micrographie. 1881—1884.

nagyszabású munka mellett az én szűkebb határok között mozgó átpillantásomnak mennyiben van létjogosúltsága s mennyire közelíti meg a czélt, melynek elérése szemem előtt lebegett, — ehhez nem én vagyok hivatva hozzászólani.

Szükségesnek tartom e helyen számot adni arról, hogy ezen átpillantás mily terjedelemben foglalja magában a véglényeket.

Hogy a legalsóbb állati és növényi szervezetek mily szoros összefüggésben állanak egymással, erre munkám bőven nyujt felvilágosítást, s én ezt a felfogásom szerint vita tárgyát nem képezhető, szakadatlan összefüggést tartva szem előtt, fogadtam el a közvetítő szervezetek megjelölésére a Haeckel ajánlotta kifejezést *(Protista)*. Mindazonáltal ezen munkámban a növényekkel szorosabb viszonyban álló véglényeket *(Protophyta)* csak annyiban vettem figyelembe, a mennyiben az ő ismeretök a gyökérlábúak meg ostoros ázalékállatkák megértésére okvetetlenűl szükséges s munkám tulajdonképeni tárgyát az állati véglények *(Protozoa)* szabják meg. Ki kell továbbá emelnem, hogy búvárkodásom körén túllépni nem akarván és kiválólag hazai búvárok szükségleteit tartván szem előtt, a véglényeknek kizárólag tengerekben élő képviselőit csak oly terjedelemben illesztettem munkám keretébe, a milyenben az állati véglényeknek általános ismeretéhez szükségesnek látszott.

*

Munkám kidolgozásának jelzett idejét véve tekintetbe, nem tehetem, hogy a véglényeket illető ismereteink legújabb időben, mondhatnám napjainkban tett haladásának legfontosabb tételeit legalább néhány szóval ne érintsem.

Az állati módon táplálkozó véglények némelyében, valamint bizonyos alsóbb metazoum testében előforduló *«levélzöld-testecskék»* meg *«sárga sejtek»* természetének kipuhatolására Brandt Károly igen beható tanulmányokat tett, melyek lényegökben ugyanazon eredményre vezettek, a melyet ezen munkában kifejteni alkalmam volt, azaz: arra az eredményre, hogy ezek a testecskék a véglények (illetőleg bizonyos alsóbb metazoumok) testébe befészkelődött

vollkommene Orientirung schöpfen kann. Inwiefern neben diesem, der Vollendung zueilenden grossangelegten Werke meinem in engeren Grenzen sich bewegenden Ueberblick eine Existenzberechtigung zukommt, und wie weit es mir gelungen ist das mir vorschwebende Ziel anzunähern, — darüber bin nicht ich berufen zu entscheiden.

Ich erachte es hier für nothwendig über den Umfang Rechnung zu legen, in welchem dieser Ueberblick auf die Protisten sich erstreckt.

Wie innig der Zusammenhang zwischen thierischen und pflanzlichen Protisten ist, darüber liefert die vorliegende Arbeit reichliche Aufklärung, und ich habe diesen, meines Erachtens unbestreitbaren ununterbrochenen Zusammenhang vor Augen gehalten, als ich zur Bezeichnung der Vermittlungs-Organismen den von Haeckel vorgeschlagenen Ausdruck *(Protisten)* acceptirte. Indessen wurden in dieser Arbeit die inniger mit den Pflanzen verbundenen Protisten *(Protophyten)* nur insofern berücksichtigt, als deren Kenntniss zum Verständniss der Rhizopoden und Flagellaten unbedingt nothwendig ist; den eigentlichen Gegenstand meiner Arbeit bilden die thierischen Protisten *(Protozoën)*. Ich muss ferner hervorheben, dass ich den Kreis der eigenen Forschungen nicht überschreiten wollte, und hauptsächlich die Bedürfnisse der vaterländischen Forscher vor Augen hielt, die ausschliesslich in den Meeren lebenden Repräsentanten der Protisten daher nur soweit in den Rahmen meiner Arbeit einfügte, als es zur allgemeinen Schilderung der thierischen Protisten nothwendig erschien.

*

In Anbetracht des Zeitpunktes, in welchem das vorliegende Werk ausgearbeitet wurde, kann ich nicht umhin, die in der jüngsten Zeit, sozusagen in unseren Tagen erzielten Fortschritte unserer Kenntnisse von den Protisten wenigstens in den wichtigsten Details mit einigen Worten zu berühren.

Um die Natur der in einigen nach Art der Thiere sich ernährenden Protisten, so wie im Leib gewisser niederer Metazoën vorkommenden *«Chlorophyll-Körperchen»* und *«gelben Zellen»* zu ergründen, hat Karl Brandt sehr eingehende Studien ausgeführt, welche im Wesentlichen das von mir im vorliegenden Werke dargelegte Resultat ergaben, nämlich dass diese Körperchen in die Leiber der Protisten (beziehungsweise gewisser niederer Metazoën) eingedrungene und zu ihrem Wirth in einem symbioti-

és gazdáikkal symbioticus viszonyban álló egysejtű moszatok, melyek közül BRANDT a zöldeket *Zoochlorella*, a sárgákat *Zooxanthella* névvel jelöli.[1]

A többi ostoros ázalékállatkától csillószőrövük jelenlétével annyira különböző *Cilioflagellatumok*-ról újabb búvárok (KLEBS,[2] DADAY,[3] BÜTSCHLI[4]) kimutatták, hogy az állítólagos csillószőrkoszorú voltaképen vagy egyszerűen fonálszerű, vagy szalagszerűleg ellapúlt ostornak felel meg, mely rendes helyzetében az ostoros testét övező egyenlítői barázdába mintegy csíptetve van, s kígyódzó mozgásaival csillószőrkoszorút színlel. Ezen magában jelentéktelennek látszó tényállásnak kiderítése ezeket az ostorosokat, melyeket BÜTSCHLI ezután a jellem után *Dinoflagellatumok*-nak nevez, sokkal szorosabb kapcsolatba hozta a többi ostorosokkal, mint annak előtte voltak, s eddigelé kétes rendszertani helyöket élesebben jelölte meg.

STEIN-nak[5] és BÜTSCHLI-nek tanulmányai kimutatták, hogy a *Noctilucák (Cystoflagellata Bütschli)* szervezetöket tekintve — mint ezt már DUJARDIN gyanította — igen közel állanak a Dinoflagellatumokhoz s ezeknek kapcsán az ostoros ázalékállatkák *(Mossigophora Bütschli)* csoportjába osztandók be.

[1] K. BRANDT, Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. 15. Nov. 1881. — U. a. czím alatt, Biolog. Centralbl. I. Jahrg. 15. Dez. 1881. — Ueber morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorphylls bei Thieren. AAP. 1882. — Ueber Synbiose von Algen und Thieren. U. o. 1883. — Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. 2. Artikel. Mittheil. aus der zoolog. Station zu Neapel. IV, Bd. 1883.

[2] Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Unters. aus d. botan. Institut zu Tübingen. Bd. I. 1883.

[3] Adatok a Cilioflagellátok ismeretéhez. Ért. a term. tud. kör. M. tud. Akad. III. oszt. XIII. köt. XV. sz. 1883. Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. ZWZ. XL. 1884.

[4] Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten und der Noctiluca. MJ. X. 1885.

[5] Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. II. Hälfte. Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten. 1883.

[6] Id. ért.

schen Verhältniss stehende einzellige Algen sind, von welchen BRANDT die grünen *Zoochlorella*, die gelben aber *Zooxanthella* benannte.[1]

Bezüglich der von den übrigen Flagellaten durch das Vorhandensein des Ciliengürtels so sehr verschiedenen *Cilioflagellaten* haben neuere Forscher (KLEBS,[2] DADAY,[3] BÜTSCHLI[4]) nachgewiesen, dass der angebliche Cilienkranz eigentlich einem entweder einfach fadenförmigen, oder bandartig abgeflachten Geisselfaden entspricht, welcher bei seiner gewöhnlichen Lagerung in die den Leib des Flagellaten umgürtende æquatoriale Furche gewissermassen eingekniffen ist und durch seine Schlangenbewegungen einen Cilienkranz vortäuscht. Durch die Klarstellung dieses für sich unbedeutend erscheinenden Sachverhalts werden diese, von BÜTSLHLI in Folge dieses Charakters *Dinoflagellaten* benannten Flagellaten in einen viel engeren Zusammenhang mit den übrigen Flagellaten gebracht, als sie früher waren, und es wird ihnen die bislang zweifelhafte Stelle im System schärfer angewiesen.

Ferner haben die Studien von STEIN[5] und von BÜTSCHLI[6] nachgewiesen, dass die *Noctilucen (Cystoflagellaten Bütschli)* hinsichtlich ihrer Organisation — wie das schon von DUJARDIN war vermuthet worden — den Dinoflagellaten sehr nahe verwandt, und hiernach in die Gruppe der Flagellaten *(Mastigophoren Bütschli)* einzureihen sind.

[1] K. BRANDT, Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin. 15. Nov. 1881. — Unter demselben Titel, Biolog. Centralbl. I. Jahrg. 15. Dez. 1881. — Ueber morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. AAP. 1882. — Ueber Symbiose von Algen u. Thieren. Ibid. 1883. — Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. 2. Artikel. Mittheil. aus der zoolog. Station zu Neapel. IV. Bd. 1883.

[2] Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusoriengruppen. Unters. aus d. botan. Institut zu Tübingen. Bd. I. 1883.

[3] Beiträge zur Kenntniss der Cilioflagellaten. Abhandlungen der III. Classe der ung. Akademie d. Wiss. aus dem Bereich d. Naturwissenschaften. Bd. XIII. No. 15. 1883. (Ungarisch.) Ueber eine Polythalamie der Kochsalztümpel bei Déva in Siebenbürgen. ZWZ. XL. 1884.

[4] Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der Cilioflagellaten und der Noctiluca. MJ. X. 1885.

[5] Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. II. Hälfte. Die Naturgeschichte der arthrodelen Flagellaten. 1883.

[6] Diss. cit.

A csillószőrös ázalékállatkák *egybekelési folyamatának* tanulmányozása a legújabb időben ismét több buvárt foglalkoztatott (JICKELI,[1] PLATE,[2] GRUBER,[3] MAUPAS,[4]) mely azonban sem a folyamat részleteit, sem magyarázatát illetőleg az óhajtva várt megegyezésre nem vezetett. Mindezen búvárlatok között a legnagyobb fontosság felfogásom szerint MAUPAS-nak igen beható és terjedelmes — fájdalom, eddigelé még csak rövid, előleges jelentésekben közölt — vizsgálatait illeti, melyek azon végeredményre vezettek, hogy az egybekelés, mint bizonyos jogosúltsággal már a korábbi vizsgálatokból is következtethető volt, lényegében a pete termékenyítésével megegyező folyamat, melynél a termékenyítő elem szerepét az egybekelt pároknak kölcsönösen kicserélt nucleolusrészletei játszák. Ezek a kölcsönösen kicserélt nucleolusrészletek a pete termékenyítésénél szereplő hím pronucleusszal teljesen egyenértékűek, s a női pronucleusszal, azaz annak az egyénnek, a melybe behatoltak, egyik nucleolusrészletével egygyéolvadnak. Az ily módon végbe ment termékenyítést, úgy mint ENGELMANN-nak és BÜTSCHLI-nek e munka utolsó fejezetében tárgyalt vizsgálatai is bizonyítják, az egybekelt párok megifjodása, teljes szervezeti reorganisatiója követi, melynek elmaradásával, azaz, ha a több nemzedékben oszlás útján szaporodott ázalékállatkák egybekeléséhez nem járulhatnak, a kimerülési halál okvetetlenül bekövetkezik. E szerint a véglények halhatatlanságát, melyet WEISMANN több értekezésében oly szellemesen fejtegetett,[5] MAUPAS fontos vizsgála-

[1] Ueber die Kernverhältnisse der Infusorien. ZA. 1884. No. 175—176.

[2] Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ektoparasiten ZWZ. XLIII. 1886.

[3] Ueber die Bedeutung der Conjugation bei den Infusorien. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. II. Bd. 1. Hft. 1886. — Der Conjugationsprocess bei Paramecium Aurelia. U. o. II. 2. Hft. 1886.

[4] Sur la conjugaison des Infusoires ciliés. CR. 27 juin. 1886. — Sur la conjugaison des Paraméciens. CR. 6 sept. 1886. — Sur la conjugaison des Ciliés. CR. 18 juillet, 1887. — Théorie de la sexualité des Infusoires ciliés. CR. 16. août, 1887.

[5] Ueber die Dauer des Lebens. Jena. 1882. — Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen. Biolog. Centralbl. IV. 1885. No. 21—22.

Mit dem Studium des *Conjugationsprocesses* der Ciliaten waren in neuester Zeit wieder mehrere Forscher (JICKELI,[1] PLATE,[2] GRUBER,[3] MAUPAS[4]) beschäftigt, ohne dass hinsichtlich der Details des Processes, oder dessen Erklärung die erwünschte Uebereinstimmung wäre erzielt worden. Von allen diesen Forschungen kommt die grösste Wichtigkeit, meines Erachtens, den sehr eingehenden und umfassenden, leider aber bis jetzt blos in kurzen vorläufigen Mittheilungen bekannt gewordenen Untersuchungen von MAUPAS zu, welche als Endresultat ergaben, dass die Conjugation, wie das mit einer gewissen Berechtigung schon aus den älteren Untersuchungen zu folgern war, ein im Wesentlichen mit der Befruchtung des Eies übereinstimmender Process ist, bei welchem die Rolle des befruchtenden Elements durch die gegenseitig ausgetauschten Nucleolus-Partieen der conjugirten Paare getragen wird. Diese gegenseitig ausgetauschten Nucleolus-Partieen sind dem, bei der Befruchtung des Eies thätigen männlichen Pronucleus vollkommen gleichwerthige Gebilde, welche mit dem weiblichen Pronucleus, das heisst einer Nucleolus-Partie des Individuums, in welches sie eingedrungen sind, verschmelzen. Auf die in dieser Weise verlaufende Befruchtung folgt, wie auch die im letzten Kapitel des vorliegenden Werkes besprochenen Untersuchungen von ENGELMANN und BÜTSCHLI beweisen, eine Verjüngung und vollständige Reorganisation der conjugirten Paare, ohne welche, das heisst, wenn die in mehreren Generationen durch Theilung sich fortpflanzenden Infusorien nicht zur Conjugation gelangen können, der Erschöpfungstod sicher eintritt. Hiernach wäre also die von WEISMANN in mehreren Abhandlungen[5] so geistreich dargestellte Un-

[1] Ueber die Kernverhältnisse der Infusorien. ZA. 1884. No. 175—176.

[2] Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ektoparasiten. ZWZ. XLIII. 1886.

[3] Ueber die Bedeutung der Conjugation bei den Infusorien. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. II. Bd. 1. Hft. 1886. — Der Conjugationsprocess bei Paramecium Aurelia. Ibidem II. Bd. 2. Hft. 1886.

[4] Sur la conjugaison des Infusoires ciliés. CR. 28 juin, 1886. — Sur la conjugaison des Paraméciens. CR. 6 sept. 1886. — Sur la conjugaison des Ciliés. CR. 18 juillet, 1887. Théorie de la sexualité des Infusoires ciliés. CR. 16 août, 1887.

[5] Ueber die Dauer des Lebens. Jena. 1882. — Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen. Biolog. Centralbl. IV. 1885. No. 21—22.

tai, — melyek részletes kifejtésének bizonyára minden szakférfi feszült érdekkel néz eléje — megczáfolnák.

Maupas vizsgálatainak eredményei, melyeknek veleje az, hogy az egybekelés a pete termékenyítésével lényegében megegyező folyamat, igen örvendetes támaszt nyer Roboz Zoltán-nak a *Gregarina flava* egybekelése körűl tett tanulmányaiban, melyekben kimutatja, hogy a Gregarinák egybekelésekor lényegében hasonlóképen ugyanaz a folyamat megy végbe, mint a pete termékenyítése alatt.[1]

Mindenki előtt, ki a sejttan haladását figyelemmel kíséri, ismeretes, hogy Frommann, Heitzmann, Kupffer, Schmitz, Flemming, Leydig és másoknak vizsgálatai a sejt körüli búvárkodásnak új területet nyitottak meg. A protoplazma a mai búvárlati módszerekkel vizsgálva, nem az a folyékony, egynemű, vagy szemecskézett állomány többé, a milyennek Schultze Miksa idejétől kezdve általában felfogták. Bármennyire eltérők is még jelenleg a részletekre nézve a búvárok felfogásai, abban valamennyi megegyezik, hogy a protoplazmának sajátságos finomabb szerkezete van, hogy a sejt, az «elemi szervezet», maga is bonyolódott szervezet. A szöveti sejtek finomabb szervezetének felismerésére törekvő búvárlatok új irányt jelöltek a véglények búvárai számára is. Ezen irányban Bütschli,[2] Schuberg,[3] Fabre-Domargue [4] s ezen sorok írója [5] megtették az első lépéseket, melyek azt bizonyítják, hogy a véglények testét alkotó protoplazma is úgy, mint a szöveti sejteké, kétféle részből áll: t. i. az alakúlt részből *(protoplasma Kupffer, mitoma Flemming, spongioplasma Leydig)* s az alakúlt rész fonálközeit vagy hálózatának hurkait kitöltő egy-

[1] Adatok a Gregarinák ismeretéhez. Ért. a term. tud. kör. M. tud. Akad. III. oszt. XVI. köt. 4. sz. 1886.

[2] Einige Bemerkungen etc. l. f. — Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger mariner Rhizopoden. MJ. XI. 1885.

[3] Ueber den Bau der Bursaria truncatella; mit besonderer Berücksichtigung der protoplasmatischen Strukturen MJ. XII. 1886.

[4] Sur la structure réticulée du protoplasma des Infusoires. CR. 14 mart, 1887.

[5] Adatok az Amoebák finomabb szervezetének ismeretéhez. Orv. term. tud. ért. Kolozsv.

sterblichkeit der Protisten durch die wichtigen Untersuchungen von Maupas — deren ausführlicher Publication gewiss jeder Fachmann mit gespanntem Interesse entgegensieht — widerlegt.

Das Ergebniss der Maupas'schen Untersuchungen, wonach die Conjugation dem Wesen nach als ein mit der Befruchtung des Eies identischer Process aufzufassen ist, gewann eine sehr willkommene Stütze in den Studien von Zoltán v. Roboz über die Conjugation bei *Gregarina flava*, welche nachwiesen, dass auch bei der Conjugation der Gregarinen im Wesentlichen der nämliche Process abläuft, wie während der Befruchtung des Eies.[1]

Einem Jeden, der die Fortschritte der Zellenlehre mit Aufmerksamkeit verfolgt, ist es bekannt, dass durch die Untersuchungen von Frommann, Heitzmann, Kupffer, Schmitz, Flemming, Leydig und Anderen für die Forschung über die Zelle ein neues Gebiet eröffnet wurde. Mit den heutigen Forschungsmitteln untersucht, ist das Protoplasma nicht mehr die halbflüssige, homogene oder granulirte Substanz, als welche sie seit Max Schultze allgemein war aufgefasst worden. Wie sehr auch die Forscher in der Auffassung der Details heute noch von einander abweichen mögen, darin sind sie Alle einig, dass das Protoplasma eine eigenthümliche feinere Structur besitzt, und dass die Zelle, der «Elementarorganismus» selbst ein complicirter Organismus ist. Die auf die Ergründung der feineren Organisation der Gewebszellen abzielenden Forschungen haben auch für die Protistenforscher eine neue Richtung ausgesteckt. Die ersten, von Bütschli,[2] Schuberg,[3] Fabre-Domargue [4] und dem Verfasser [5] in dieser Richtung gethanen Schritte ergaben, dass auch das den Protistenleib bildende Protoplasma, wie jenes der Gewebszellen, aus zweierlei Substanzen besteht, nämlich der

[1] Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. Abhandlungen der III. Classe der ung. Akademie d. Wiss. aus dem Bereiche d. Naturwissenschaften. Bd. XVI. No. 4. 1886. (Ungarisch.)

[2] Einige Bemerkungen, loc. sup. cit. — Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger mariner Rhizopoden. MJ. XI. 1885.

[3] Ueber den Bau der Bursaria truncatella; mit besonderer Berücksichtigung der protoplasmatischen Strukturen. MJ. XII. 1886.

[4] Sur la structure réticulée du protoplasma des Infusoires. CR. 14. mart, 1887.

[5] Beiträge zur Kenntniss der feineren Organisation der Amoeben. Medic.-Naturwiss. Anzeiger. Klausenburg. 1887. (Ungarisch.)

nemű, szerkezetnélküli, folyékonyabb állományból *(paraplasma Kupffer, paramitoma Flemming, hyaloplasma Leydig).* Az új irányban megindúlt búvárlatoknak előreláthatólag nagy a jövője, mert az ismereteknek azon magasabb régiói felé egyengetik az útat, a melyről az élőállomány mivoltába majdan mélyebb bepillantás tehető.

Miként a protoplazmának, úgy a pihenő, azaz oszlásban nem levő, főleg pedig az oszlásban levő *sejtmag*-nak finomabb szerkezete kiváló tárgyát képezi a mai szövetbúvárlatnak, mely oly lényegesen tökéletesített módszerekkel rendelkezik. Az ezen irányban búvárkodók, kiknek tekintélyes sorából legyen elég STRASBURGER-t, FLEMMING-et, KLEIN E.-t, E. VAN BENEDEN-t, RETZIUS-t, PFITZNER-t, RABL-t, GUIGNARD-t és JURÁNYI-t kiemelnem, lényegében mind arra az eredményre jutottak, hogy miként a protoplazma, úgy a sejtmag is kétféle állományból áll: úgymint a gomolyszerű fonalat vagy hálózatot képező, festékanyagokkal színezhetően alakúlt állományból *(chromatin Flemming),* meg a nem, vagy csak gyengén színeződő, egynemű alapállományból *(achromatin Flemming),* s hogy e kétféle állományon az anyamag oszlásakor a két fiókmag lényegében valamennyi sejtnél ugyanazon jellemző alakváltozások között lefolyó módon osztozkodik. A véglények magjának szerkezetére irányított újabb tanúlmányok (JICKELI,[1] GRUBER,[2] BÜTSCHLI[3]) ha ez idő szerint még nagyon töredékesek is, s minden tekintetben kielégítő eredményre nem is vezettek, mégis határozottan kimutatták, hogy a véglények magképletei szerkezeti összetételökre nézve a szöveti sejtektől lényegesen nem különböznek. Hogy továbbá a karyokinesis — melynek felfedezésére az ázalékállatkák egybekelése alatt a nucleoluson észlelt s oly hosszú ideig hamisan ma-

[1] Id. ért.

[2] Ueber Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoën ZWZ. XXXVIII. 1883. — Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoën. ZWZ. XL. 1884. — Studien über Amoeben. ZWZ. XLI. 1884.

[3] Einige Bemerkungen etc. l. f. — Kleine Beiträge etc. l. f.

geformten Substanz *(Protoplasma Kupffer, Mitom Flemming, Spongioplasma Leydig)* und aus der die Faden- oder Maschenräume dieser geformten Substanz ausfüllenden homogenen, structurlosen flüssigeren Substanz *(Paraplasma Kupffer, Paramitom Flemming, Hyaloplasma Leydig).* Die in der neuen Richtung begonnenen Forschungen haben voraussichtlich eine grosse Zukunft, da sie den Weg zu jenen höheren Regionen der Kenntnisse ebnen, von welchen aus einstens ein tieferer Einblick in das Wesen der lebenden Substanz kann gewonnen werden.

Neben dem Protoplasma bildet der feinere Bau des ruhenden, das heisst nicht in Theilung begriffenen, insbesondere aber die des sich theilenden Zellkerns einen hervorragenden Gegenstand der mit so sehr vervollkommneten Methoden arbeitenden modernen histologischen Forschung. Die in dieser Richtung thätigen Forscher — aus deren stattlicher Reihe es genügen möge STRASBURGER, FLEMMING, E. KLEIN, RETZIUS, E. van BENEDEN, PFITZNER, RABL, GUIGNARD und JURÁNYI hervorzuheben — sind Alle wesentlich zu demselben Ergebniss gelangt, nämlich dass nicht nur das Protoplasma, sondern auch der *Zellkern* aus zwei verschiedenen Substanzen besteht, u. zw. aus der einen knäuelartigen Faden, oder ein Netzwerk bildenden, Tinctionsmittel annehmenden geformten Substanz *(Chromatin Flemming),* und aus der nicht oder nur schwach färbbaren homogenen Grundsubstanz *(Achromatin Flemming),* ferner dass die zwei Tochterkerne aus diesen zwei Substanzen bei der Theilung des Mutterkerns in einer Weise betheiligt werden, welche im Wesentlichen bei allen Zellen unter denselben Formveränderungen abläuft. Die auf die Structur des Protistenkerns abzielenden neueren Studien (von JICKELI,[1] GRUBER,[2] BÜTSCHLI[3]) sind wohl derzeit noch sehr fragmentarisch, und haben zu einem in jeder Hinsicht befriedigenden Ergebniss noch nicht geführt: so viel wurde aber durch dieselben als sicher erwiesen, dass die Kerngebilde der Protisten, ihren Bau betreffend, von jenen der Gewebszellen nicht wesentlich verschieden sind. Dass

[1] Diss. cit.

[2] Ueber Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoën. ZWZ. XXXVIII. 1883. — Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoën. ZWZ. XL. 1884. — Studien über Amoeben. ZWZ. XLI. 1884.

[3] Einige Bemerkungen. loc. sup. cit. — Kleine Beiträge, loc. sup. cit.

gyarázott változások tudvalevőleg lényeges befolyással voltak — lényegében ugyanolyan módon foly le, mint az állati és növényi sejtekben, ezt GRUBER-nek[1] és HERTWIG RICHARD-nak[3] az *Actinosphaerium Eichhornii*, de különösen PFITZNER-nek[3] az *Opalina Ranarum* magjainak oszlásán tett tanúlmányai bizonyítják.

A magképleteknek az újabb búvárlati módszerekkel való tanúlmányozása arra a becses felfedezésre vezette BRASS-t[4] és ZOPF-ot,[5] hogy a sejtnek ezen lényeges alkotórésze nem hiányzik oly véglényeknél sem, melyeknél mindeddig elkerülte a búvárok figyelmét: így a *Protamoebák*-at egy, a *Vampirellák*-at pedig, melyeket KLEIN GYULÁ-nak terjedelmes vizsgálatai után[6] még magnélkülieknek kelle tartanunk, egy, vagy épen számos mag jellemzi. Ha tekintetbe veszszük még, hogy GRUBER a *Myxastrum liguricum*-nál, mely igen közel áll HAECKEL magnélküli *Myxastrum radians*-ához, sőt evvel esetleg azonos, szintén nagyszámú magot fedezett fel,[7] úgy mindinkább nyer valószínűségben az a felfogás (l. 35. l.), hogy magnélküli egysejtű lények, azaz *Monerek* nincsenek. — A magoknak festőmódszerrel való tanúlmányozása a csillószőrös ázalékállatkáknál is meglepő eredményre vezette MAUPAS-t[8] és GRUBER-t[9], arra

[1] Ueber Kerntheilungsvorgänge etc. l. f.

[2] Die Kerntheilung bei Actinosphaerium Eichhornii. Jena. 1884.

[3] Zur Kenntniss der Kerntheilung der Protozoën. MJ. XI. 1885.

[4] Die Organisation der thierischen Zelle. I Heft. Halle. 1883.

[5] Zur Morphologie und Biologie der niederen Pilzthiere (Moneren). Leipzig. 1885.

[6] A Vampyrella fejlődése és rendszertani állása. Ért. a term. tud. kör. M. tud. Akad. III. oszt. XII. köt. V. sz. 1882.

[7] Die Protozoën des Hafens von Genua. Halle. 1884.

[8] Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoirss ciliés. Arch. de Zool. expér. et génér. II. Sér. I. 1883.

[9] Ueber Kern und Kerntheilung etc. l. f. — Die Protozoën des Hafens von Genua. — Ueber vielkernige Protozoën. Biolog. Centralbl. IV. 1885. Nr. 23. — Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. III. 1887.

ferner die Karyokinese — zu deren Entdeckung die bei den Infusorien während der Conjugation am Nucleolus beobachteten, und so lange Zeit falsch ausgelegten Veränderungen bekannter Weise von wesentlichem Einfluss waren — im grossen Ganzen auf die nämliche Weise verläuft, wie in den thierischen und Pflanzenzellen, das wird durch die Studien über die Kerntheilung bewiesen, welche GRUBER[1] und RICHARD HERTWIG[2] an *Actinosphærium Eichhornii*, insbesondere aber PFITZNER[3] an *Opalina Ranarum* angestellt haben.

Durch Anwendung der neueren Forschungsmethoden auf das Studium der Kerngebilde machten BRASS[4] und ZOPF[5] die werthvolle Entdeckung, dass dieser wesentliche Bestandtheil der Zelle auch solchen Protisten nicht abgeht, bei welchen er der Aufmerksamkeit der Forscher bislang entgangen war; so sind die *Protamoeben* durch einen, die *Vampyrellen* aber, welche nach den umfassenden Untersuchungen von J. KLEIN[6] noch für kernlos mussten gehalten werden, durch einen oder gar zahlreiche Kerne charakterisirt. Nimmt man noch in Betracht, dass GRUBER bei dem, dem kernlosen HAECKEL'schen *Myxastrum radians* sehr nahe stehenden, vielleicht sogar mit diesem identischen *Myxastrum liguricum* ebenfalls zahlreiche Kerne entdeckte[7]: so wird die Ansicht, dass es kernlose einzellige Wesen, das heisst *Moneren* überhaupt nicht gebe (vergl. S. 255), immer mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnen. — Das Studium der Kerne mittelst Tinctionsmittel führte MAUPAS[8] und GRUBER[9] auch

[1] Ueber Kerntheilungsvorgänge loc. sup. cit.

[2] Die Kerntheilung bei Actinosphaerium Eichhornii. Jena. 1884.

[3] Zur Kenntniss der Kerntheilung der Protozoën. MJ. XI. 1885.

[4] Die Organisation der thierischen Zelle. I Heft. Halle.

[5] Zur Morphologie und Biologie der niederen Pilzthiere (Moneren). Leipzig. 1885.

[6] Vamyrella, ihre Entwicklung und systematische Stellung. Eine zoologisch.-botanische Abhandlung. Botan. Centralbl. Jahrg. III. Bd. XI. No. 5—7. 1882.

[7] Die Protozoën des Hafen von Genua. Halle. 1884.

[8] Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. Arch. de Zool. expér. et génér. II. Sér. I. 1883.

[9] Ueber Kern und Kerntheilung loc. sup. cit. — Die Protozoën des Hafens von Genua. — Ueber vielkernige Protozoën. Biolog. Centralbl. IV. 1885. Nr. 23. — Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien. Berichte d. naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. III. 1887.

t. i. hogy számos — különösen tengeri — ázalékállatkának igen nagyszámú magja van, melyek némelyeknél rendkívül apró részletekre oszolva, az egész protoplazmatestben szét vannak szórva.

*

A mi mondani valóm még van, kedves kötelesség csupán. Kedves kötelességem meleg köszönetet mondani a kir. magyar Természettudományi Társulatnak, valamint azon nagyérdemű férfiúnak, ki nemzeti kulturánk felvirágozásáért oly nemesen hevűl, s kinek szerény munkámat ajánlhatni szerencsémnek tartom!

Kolozsvártt, 1887. november 19.

Entz Géza.

bei den Ciliaten zu einem überraschenden Ergebniss: zum Ergebniss, dass mehreren — namentlich marinen — Ciliaten sehr viele Kerne zukommen, welche bei manchen in sehr kleine Partieen getheilt im ganzen Protoplasmaleib zerstreut liegen.

*

Was ich noch zu sagen habe, ist mir eine angenehme Pflicht. Einer angenehmen Pflicht komme ich nach, indem ich meinen wärmsten Dank der Kön. Ungar. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, sowie dem hochverdienten Manne ausspreche, der sich für das Erblühen unserer nationalen Cultur so edel begeistert, und dem mein bescheidenes Werk widmen zu können ich mich glücklich schätze!

Klausenburg, 19. November, 1887.

Géza Entz.



ELSŐ IDŐSZAK.

Leeuwenhoek és Müller Ottó Frigyes kora.

«A természettudományok haladását gátló legnagyobb akadályoknak egyike abban keresendő, hogy a régiek egészen az értelem fejlesztésével lévén elfoglalva, az érzékekkel való ismeretszerzést elhanyagolták s a dolgok lényegét inkább szerették kitalálni, mint meglátni. Már pedig, minthogy a lélek mitsem ismer, mit a test szervei nem közvetítenek, az érzékek működése ép oly szükséges a természet teljes megismerésének elérésére, mint az észé . . . Ezen hiányt pótlandók a mai tudósok az érzékek működésének tökéletesítésén fáradoznak, különösen a látásén, mely valamint mindannyi között a legnemesebb, úgy a legszükségesebb is, s feltaláltak kétféle látószert: a teleszkópot oly tárgyaknak közelítésére, melyek távolságuk miatt láthatatlanok, s a mikroszkópot a kicsiségök miatt ki nem vehetőknek nagyítására; s ezen két eszközzel kevés év alatt többet fedeztek fel, mint a mennyit a régiek több évszázad lefolyása alatt minden okoskodásukkal sem voltak képesek. Ezen eszközökkel az egész természet újnak tünt fel: a teleszkóppal sikerült az égen új mozgásokat, új csillagokat s új meteorokat látnunk; a mikroszkóp pedig fölfedezett a földön egy egészen új apró világot s mindenütt apró teremtmények végtelen sokaságát engedte észrevennünk, melyek nem kevésbbé csudálatosak, mint mindazok, melyek ez ideig ismeretesek voltak».[1] Ezen szavakkal fogtak 1666-ban a «*Journal des Scavans*» szerkesztői azon mai nap igénytelennek látszó vizsgálatok ismertetéséhez, melyeket Hooke Róbert azon eszközzel végezett, mely hivatva lőn a biologiai tudományokat reformálni.

Miként hét görög város versenygett a felett, hogy melyik ringatta bölcsőjét a halhatatlan Homeros-nak: úgy két nemzet, az olasz s a hollandi követeli magáénak azon dicsőséget, hogy az összetett nagyító (mikroszkóp) feltalálóját szülte; az olaszok Fontaná-t és Galileo Galilei-t, a hollandiak Drebbel-t és Janssen János-t, meg fiát Zakhariás-t tartják a nagyító feltalálójának.

A vitás kérdés mai nap Harting kutatásai által eldöntöttnek tekinthető s ezek szerint két middelburgi szemüveg-köszörülő, Janssen János és fia Zakhariás kombinálták 1590 körül a lencséket összetett nagyítóvá s készítették az első nagyítócsövet.[1]

Az első nagyítók természetesen még igen tökéletlenek voltak s ha nagyobb képet adtak is, de bizonyára nem adtak tisztábbat, mint a «*vitrum pulicarium*», azaz *bolhakukucskáló-üveg* gúnyos elnevezés alatt ismeretes s azon időben már használatban levő egyszerű nagyítók. Csak mikor a nagyítókat célszerű, kényelmes és könnyen kezelhető állványnyal s 1715-től kezdve a tárgynak alulról való átvilágítására szolgáló tükrökkel látták el; főleg pedig, mikor számos, teljesen kielégítő eredményre nem vezető kísérlet után, végre Selligue-, illetőleg Chevalier-nek 1824-ben sikerült Euler elméletének realizálásával a sphaericus és chromaticus aberratiót mellőzni, vagy helyesebben, lehetőleg minimumra redukálni s erős nagyításoknál is még tiszta és éles képet előállítani: csak ekkor lett a nagyító azzá, a mi mai nap: a természetbúvárnak, — mint Humboldt Sándor igen találóan és szépen fejezi ki, — új szervévé, mely egy nem sejtett világ rejtekeibe vezetett.

[1] Joblot, 1—2.

[1] P. Harting, Das Mikroskop. III. Bd. Geschichte. Deutsche Originalausgabe. Braunschweig. 1866.

A kik az újonnan feltalált eszközt csupán a kíváncsiság kielégítésére, vagy szemet és kedélyt gyönyörködtető időtöltésül, nemesebb játékszerül használgatták, azoknak hosszú sorából kiválnak, kimagaslanak egyes férfiak, a kik a nagyítóknak, mint a búvárkodás eszközeinek nagy fontosságát belátva, tervszerű tanulmányokat kezdtek meg, útat törve s irányt jelölve az utónemzedék számára.

Ezen búvárok sorát megkezdi a római *«hiúzok»* akadémiájának (Academia dei Lyncei) egyik tagja, Francesco Stelluti (Franciscus Stellutus), ki 1625-ben nagyítói vizsgálatok alapján ismerteti a méhek testrészeit.[1] Ezt követi Marcello Malpighi, korának egyik legnagyobb természettudósa, ki nagyítóval végzett vizsgálatait kiterjeszti az állat- és növényországra. Malpighi-nek az agy, a nyelv, a tapintó érzék, a tüdők és zsigerek finomabb szerkezetét tárgyaló dolgozatai nem kevésbbé úttörők és fontosak a tudomány továbbfejlődésére, mint a csirke petebeli fejlődése körül tett tanúlmányai, melyekben sokkal messzebb ment, mint ezen téren működő elődei, Volcher, Coiter és Fabricius ab Aquapendente, vagy a selyemeresztőről (Bombyx) írt mintaszerű bonczani monográfiája, mely először adja egy gerincztelen állat teljes bonczanát, s mai nap is haszonnal olvasható; növénybonczanával végre, melyet Grew Nehemiás-nak ugyanazon tárgyú dolgozatával egyidejűleg 1671-ben nyujtott be a londoni királyi társaságnak (Royal Society), Grew-val együtt megvetette a növénybonczan alapját s kimondotta, hogy a növények szöveteinek legkisebb egységei tömlőcskék vagy zacskócskák (utriculi seu sacculi), azaz sejtek, — mit különben Hooke Robert is sejtett, ki a növénysejteket már 1665-ben *«cells»*, vagy *«boxes»* néven nevezte.

Az olasz Malpighi-vel egyidejűleg munkálkodott a hollandi Swammerdam János, bámulatunk s szánalmunkra egyaránt méltó rendkívüli férfiú, ki az előbbit s kortársait egyáltalában sok tekintetben messze meghaladta, s ki — mint Baer Károly Ernő mondja[2] — a tudománynak esett áldozatúl, mert felette korán s felette buzgón hatott előre oly úton, melyet a nagy tömeg még azon időben esztelennek s fonáknak tartott. Swammerdam búvárkodásának súlypontja az ízeltlábúak, különösen rovarok, továbbá a békák bonczanának s átalakulásának s néhány lágytestű (Mollusca) bonczanának szabad s fegyverzett szemmel való tanulmányozására esik; oly térre, mely előtte egészen parlag volt s melyen a nyomdokaiba lépők az övénél gazdagabb aratást alig végeztek. A méhnek, szúnyognak, Ephemerának, legyeknek, pillangóknak, tetűnek, skorpiónak, csigáknak, Sepiának, békáknak stb. Swammerdam adta bonczani és fejlődéstani leirásai az állattani irodalomnak örökbecsű remekei. Ugyanő volt az első, ki a békapeték barázdálódásának folyamatát, melyet tüzetesen csak a jelen évszázadban tanulmányoztak ismét, megfigyelte; fiatal békaembriók leirásánál pedig említést tett arról, hogy testök kezdetben egynemű rögöcskékből *(klootkens)*, azaz *sejtekből* van összetéve; — oly felfedezés ez, melyet csak a legújabb idő búvárlatai erősitettek s mely, ha fontossága felismertetik, bizonyára korán elvezetett volna az állatok szövetfejlődésének ismeretéhez.

Mindjárt az új irányban megindult búvárkodási áramlat kezdetén, ugyanazon időben, melyben Malpighi az összes élőlények finomabb szervezetére terjesztette ki tervszerű s eszmék vezérelte búvárkodását, Swammerdam pedig szűkebb körre szorítkozva, a legrészletesebb s részben csak az utókortól méltányolt pontos tanulmányait végezte, az utóbbinak honfitársa, van Leeuwenhoek Antal, egy vagyonos delfti magánzó, a tudománynak szentelt hosszú élete alatt, látszólag ugyan minden rendszer nélkül, de annál nagyobb kitartással s lelkesedéssel mélyedt az önmaga készítette nagyítóknak segitségével a szervezetek titkainak fürkészésébe. Leeuwenhoek nem volt czéhszerű tudós, mint Malpighi és Swammerdam, hanem dilettáns a szó valódi, de nemes értelmében, ki búvárkodó szenvedélyétől vezéreltetve s mint a méh, válogatás nélkül virágról virágra szállva, majd ezen, majd azon természeti tárgynak nagyítói vizsgálásával foglalkozott; a mihez azonban hozzáfogott, abba mélyen behatolt s az állatok és növények finomabb bonczani szerkezetére vonatkozó tömérdek felfedezései, melyek őt kora mikroszkópistái között a legelső rangra emelik, értékökre nézve felülmúlják mindazt, mi az egész XVII. században, — melyben a rendszerező iskola életbeléptével a nagyítóval való vizsgálatok félreismerhetetlenül hanyatlásnak indúltak,— a mikroszkópia terén történt.

Leeuwenhoek búvárlatainál nem összetett nagyítót, hanem mint említém, üvegből, vagy hegyi kristályból saját maga csiszolta lencséket használ, melyek

[1] Carus, Geschichte der Zoologie, München 1872, p. 394.

[2] Reden, gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen und kleinere Aufsätze vermischten Inhalts. I. Th. St. Petersburg. 1864. p. 31.

HARTING szerint, alkalmasak voltak egész 270-szeres nagyításra. Hagyatékában nem kevesebb, mint 247 kész nagyítót s 172 lencsét találtak, melyek közűl végrendeletileg a londoni királyi társaságnak hagyott 26 darab, mai napig kegyelettel őriztetik.*

Azon számos felfedezés közűl, melyet LEEUWENHOEK-nak köszönünk, bizonyára egy sem keltett általánosabb feltünést s egy sem szolgáltatott több anyagot egész napjainkig terjedő filozófiai spekulácziókra, mint a szabad szemmel láthatatlan parányi «*állatocskák*»-nak (*Animalcula*) felfedezése. Az 1675-ik év április havában LEEUWENHOEK néhány csepp esővízet, mely négy napig állott új cserépfazékban, nagyítóval vizsgálván, csodálkozással látta, hogy a víz eleven s benne parányi állatocskák legnagyobb élénkséggel mozognak. Valószínűleg *Vorticella microstoma, Stylonychia Mytilus, Halteria Grandinella* s *Cyclidium Glaucoma* voltak az első véglények, melyeket LEEUWENHOEK látott. Később pocsolyák vizében, különböző *ázalékokban* (infusio), rothadó osztrigákról leöntött vízben, az emberi fogak között s a békák kloakájában szintén tömérdek mennyiségben találta «*állatocskáit*», s azokat felismerhetőleg leírta s le is rajzolta.

A kerékállatkákat, Angvillulákat s egyéb apró férgeket, atkákat és apró rovarálczákat nem tekintve, melyeket LEEUWENHOEK mind «*Animalcula*» név alatt foglalt össze, mintegy 28 véglényt figyelt meg. Ezek a következők: [1]

Bacterium Termo, Bacillus Ulna, Vibrio Rugula, Leptothrix buccalis, Monas (v. Cercomonas) sp.?, Trichomonas (v. Stercomita) sp.?, Anthophysa Muelleri, Chlamydomonas Pulvisculus, Euglena viridis, Euglena sangvinea, Volvox Globator, Synedra Ulna, Peridinium sp.?, Vorticella microstoma, Carchesium polypinum, Epistylis Anastasica, Vaginicola crystallina, Halteria Grandinella, Kerona Polyporum, Stylonychia Mytilus, Stylonychia pustulata, Balantidium entozoon, Nyctotherus cordiformis, Paramecium Aurelia, Chilodon Cucullulus, Colpoda Cucullus, Glaucoma scintillans, Coleps hirtus.

Ha tekintetbe vesszük, hogy LEEUWENHOEK az általa észlelt véglényegeket a kerékállatkáktól (Rotatoria), Angvillulaféléktől, apró atkáktól, sőt rovaroktól sem választotta el: könnyen beláthatjuk, hogy analogia útján indulva, nálok is okvetetlenül magas fokú szervezettséget kellett sejtenie; az EHRENBERG-féle téves felfogás tényleg már LEEUWENHOEK-nél is megvolt. Ha már a nagyító segítségével tett első vizsgálatok is oly nagyszámú, nem sejtett részleteknek, egy új élő világnak felfedezésére vezettek: bizonyára közel volt az a feltevés, hogy ezen parányi lényeknek szintoly elkülönült, de már nagyítóval sem látható szerveik vannak, mint a szabad szemmel látható legkisebb állatoknak, pl. bolháknak, tetveknek, stb., melyeknek magas szervezete a nagyítók alkalmazása előtt szintén rejtve, s teljesen ismeretlen volt. A fegyverzett szem látásának határain túl kell még részleteknek lenni, melyeket sejtenünk igen, de kifürkésznünk nem lehet, s erre vonatkozólag mondja rezignáczióval LEEUWENHOEK: «*Ac tandem, ut verbo dicam, quo altius nos in Naturæ arcana nos insinuare conamur, eo magis patet, nos ad ultimum ejus mysterium nunquam perventuros; licet multi, cum bono utuntur microscopio, stulte arbitrentur, nil jam visum effugere posse*».[1]

A megszokottaktól bármely irányban eltérő arányok mindig erősen hatnak az emberre, s LEEUWENHOEK felfedezésének már csak ezért is rendkívüli hatást kellett kelteni. Midőn LEEUWENHOEK azt állítja, hogy a legtisztább száj fogai között különböző fajú élő állatocskák (azaz Bacteriumok, Vibriók) hemzsegnek, melyek közűl a legnagyobbak a víz- vagy nyálcseppben a Lupusnak nevezett hal (Labrax Lupus) módjára fürgén úszkálnak, a kisebbek pedig mint a csürök (turbo) tengelyük körül peregnek, majd megmegállanak, majd ismét nekilódulnak; a legkisebbek végre, melyek már csak egy parányi pontnak látszanak, mintha tánczoló szunyograjt látnánk, összevissza hemzsegnek [2] s hogy saját szájában, — bár fogait igen tisztán tartja, — több állatocska él, mint ember Németalföldnek mindkét egyesült tartományában; [3] vagy, ha azt állítja, hogy a néhány napig tar-

* Minthogy LEEUWENHOEK maga készítette lencséit, melyekkel nagy feltűnést keltő felfedezéseit tette, sokan őt tartották a nagyító feltalálójának: így BORY DE ST. VINCENT (Dictionnaire classique d' histoire naturelle. T. 10. Paris 1826. p. 535.), valamint OKEN is (Allgem. Naturgeschichte. V. Bd. I. Abth. Stuttgart. 1835. p. 12.); POLIGNAC kardinális pedig 1747-ben Anti-Lucretiusában így énekelt róla:

«Microscopium, Batavis quod nuper in oris
Divina sapiens reperit Lewenhuckius arte
Perspicuamque facem tenebris dedit esse profundis.»

A LEEUWENHOEK használta nagyítók szerkezetének pontos leírása HARTING-nál található. (Das Mikroskop. III. Bd. p. 36—39.)

[1] Conf. EHRENBERG, Infusionsthierchen. p. 18.**

[1] 521. Arcana Naturæ.

[2] 43.

[3] 46.

tott esővízben kétféle állatocskák jelentek meg, melyek közül a számos lábú nagyobbakból (nyilván *Stylonychiák* vagy *Oxytrichák)* 30,000 együtt véve alig ért el egy homokszemnyi nagyságot, a kisebbek pedig *(Cyclidium Glaucoma?)* alig voltak huszadrésznyiek, s mindezeknek közösülését oly világosan látta a nagyító alatt, mint a hogy szabad szemmel a szárnyasokét lehet látni[1]: képzelhető, hogy ezen és hasonló csodálatos észleletek mily általános szenzácziót kelthettek czelőtt 200 évvel; mily kapva kaptak rajtok a tiszta indukczió helyett spekulátiv irányt követők; valamint az is természetes, hogy skeptikusok sem hiányoztak, kik a nagyítóval tett felfedezéseket merő koholmánynak vagy hiábavaló játéknak tartották, vagy, mint többek között VOLTAIRE is, nevetségesekké igyekeztek tenni.*

Az *ondótestecskéknek* (Animalcula in semine, Animalcula spermatica, Zoospermia, Spermatozoa, Spermatozoida) a véglényekével csaknem egyidejű felfedezése igen bonyolítóan hatott a véglények valódi természetének értelmezésére, s azon számtalan elmélet, mely a véglények első történetét oly misztikus fátyolba burkolja, részben legalább, abban leli magyarázatát, hogy a véglényeket s az ondótestecskéket összezavarták, mihez a zavaros felfogás további bonyolítására, mint már említém, még az is hozzájárult, hogy a véglények szervezetére magasabb állatkörökbe tartozó állatok szervezetéről vontak analogiát.

Egy, a tudomány történetében különben ismeretlen orvostanuló, HAMM (HAMMIUS, vagy LUDVIG V. HAMMEN, állítólag danzigi származású hollandi konzul fia), az 1677-ik év november havában egy gonorrhœában szenvedő férfi ondóját vizsgálván, abban nagyítóval tömérdek önálló mozgású, fejjel és farkkal ellátott testecskéket talált, melyeket kóros elfajulás termékeinek tartott; LEEUWENHOEK, kivel HAMM felfedezését közlé, ez irányban további vizsgálatokat tett, s már a következő évben közölheté a londoni kir. társasággal, hogy egészen egészséges férfiak, kutyák és tengeri-nyulak ondójában szabad szemmel láthatatlan, némileg a békaporontyokhoz hasonló élőlények hemzsegnek, melyekről aránylag pontos rajzokat is közölt; később még számos más gerinczes állatban s néhány rovarban is felfedezte az ondótestecskéket; más egykorú búvároknak vizsgálatai pedig csakhamar kiderítették, hogy a szóban forgó *állatocskák* az állatok ondójának állandó alkatrészei. LEEUWENHOEK azon véleményben volt, hogy az ondóban előforduló állatocskák az állatnak valódi csirái, magvai, melyek a nősténybe behatolva, ebben, mint a földbe vetett mag, kikelnek s magzattá fejlődnek*; az ember és kutya ondójában pláne kétféle ondótestecskéket vélt felismerni, tudniillik hímeket és nőstényeket.**

Az ondótestecskék feladatának ezen első magyarázata, mint látható, nem igen állott messze attól, melyet PRÉVOST és DUMAS, a szilárd alapokon álló mai termékenyítési tan előharczosai, 1824-ben állítottak fel; csakhogy ezen búvárok a talajt az állati petében keresik, melyben a behatoló ondótestecske az embrio idegrendszerévé fejlődik.

Felfogásához híven LEEUWENHOEK természetesen az ondótestecskéknek is magas szervezetet tulajdonított, mit világosan kifejeznek a következő szavai: «*Midőn látjuk, hogy az ondóállatocskák mozgás közben farkukat összehúzzák, méltán következtetjük, hogy ezen fark nem kevésbbé nélkülözi az inakat, izmokat és izületeket, mint egy pelének vagy patkánynak a farka; és senki sem fog kételkedni, hogy azon többi állatocskák, melyek a mocsárok vizé-*

[1] 277.

* A «*Mikroszkopiai kedély- és szemgyönyörködtetések*» szerzője sok helyen vesz magának alkalmat ezen csúfolódókat a maga mulatságos modorában ostorozni; így pl. több telepben élő *Vorticellafélének* s a *Stentor polymorphusnak* leírását s felkeresésökre útasítást adván, ezen szavakkal fordúl a gúnyolódókhoz: «Finstere Spötter! Lachen Sie nur nicht über diese Anweisung! Ich glaube noch immer, dass derjenige, welcher ein unbekanntes Geschöpf zur Ehre seines Schöpfers entdeckt und in demselben eben den wunderbaren Bau gleich in den Menschen, zugleich aber die unbegreifliche und ohnendliche Allmacht und Weissheit des Ewigen Alls dabei in tiefer Ehrfurcht bewundert, eine weit nützlichere Arbeit unternommen, als ein solcher, welcher nach vielen schlaflosen Nächten und zerbissenen Federkielen, die unvergleichliche Frage beantwortet hat: Von welchem Zeug oder Stoff Methusalem seine Schlafmütze getragen habe?» LEDERMÜLLER, I. 175.

* «Sed mihi videtur, si sequentia solum in rei fidem allegentur, sufficere ea posse, ad probandum, ex solo masculino semine fructum prodire, fœminam vero instar naturæ agri fructum tantum fovere, alere atque augere. (V. ö. H. A. PAGENSTECHER, Allgemeine Zoologie. I. Th. p. 55.

** «Sed jam, ubi etiam in seminibus masculinis animalium, avium, piscium, imo etiam insectorum reperi animalcula, multo certius esse statuo, quam antea, hominem non ex ovo, sed ex animalculo in semine virili, oriri; ac praesertim cum reminiscor me in semine masculino hominis, et etiam canis, vidisse duorum generum animalcula. Hoc videns mihi imaginabar, alterum genus esse masculinum, alterum faemininum.» Arcana Naturae, 30.

ben úszkálnak s nagyságra megegyeznek az ondóállatocskák farkával, ép oly szervekkel vannak ellátva, mint a legnagyobb állatok. Mily csodálatos az ily állatocskába zárt szervek jelenléte.»[1]

Leeuwenhoek eszméje felkaroltatván, nem hiányzottak természettudósok, kik túlcsapongó fantáziájuk csudaszülötteivel múlékony hírnévre tettek szert. Egy hollandi tudós, Hartsoeker, ki azt állítja, hogy már 1674-ben felfedezte az ondóban előforduló állatocskákat, de nem merte felfedezését közzétenni, 1694-ben az ondótesteeskék fejébe kisded emberi alakot rajzolt;[2] hasonló rajzot közölt Delampatius (Francois Plantade, montpellieri akadémiai titkár);[3] ki már azt is látta, hogy mily módon bujik ki fejjel, törzszsel s végtagokkal a homunculus az ondótestecskéből;[*] ugyanily mesét bocsátott világgá Jacques Gautier d'Agoty, franczia festő és anatomus 1750-ben.[4] Hasonló fantasztikus s naiv részleteket véltek látni némely régi búvárok a véglényeknél s egyéb mikroszkópi állatoknál is; így Joblot pl. az Angvillulákat valóságos kígyófejjel ábrázolja,[5] egy Euglenának tartható véglénynek pedig[6] széles szájat, orrmányt s jól formált emlősállati szemet rajzol, úgy, hogy igen hasonlít egy miniature tengeri elefánthoz (Macrorhinus proboscideus); egy kis vízi atkának tartható fantasztikus állatocska továbbá, marczona férfi arczot visel,[7] haragos homlokkal, orral, szájjal, beretvált állal s akár egy huszárnak is becsületére váló respektábilis bajuszszal; a *Paramecium Aurelia* rajzolásánál végre,[8] szemlátomást saját papucsát vette Joblot mintaképül!

Eichhorn János Konrádot, a derék danzigi lelkipásztort, néha szintén el-elragadta képzelődése; így pl. egy véglényről, melyben az *Euglena viridist* lehet felismerni, jóhiszemű naivitással ezeket mondja:

«Egyike ez a legcsudálatosabb állatoknak, olyan mint az átlátszó nyálka s mégis valóságos szerves test, mely egészen szabad akarattal képes mozogni, táplálékát felkeresni, megrágni és lenyelni, — — szerfelett tiszta és átlátszó, feje akkurate olyan alakú volt, mint egy ökörfej, rendes ökörszájjal, orránál s ott, hol fülének kellett volna lenni, egy nyilása volt, mely sokkal világosabb, mint a többi részek — —: legcsudálatosabb az volt, midőn táplálékát lenyelte, mit lehetetlen leírni, avagy szavakkal kifejezni; úgy látszott, mintha mindkét állkapcsát, mint egy ökör összeszorította s kérődzött volna.»[1]

John Hill volt az első, ki 1751-ben az ondótestecskéket az állatrendszerbe felvette[2] s a *Vorticellákkal* együtt a *Macroceros* nembe sorolta; Pallas szintén állatoknak s a *Volvox*-szal rokonságban állóknak tartotta;[3] Müller Ottó Frigyes, ki, mint maga mondja,[4] az állatok ondóját nem vizsgálta, hajlandó az ondótestecskéket *Cercaria Gyrinus* névvel az ázalékállatkák *Cercaria* nemébe foglalni, egy chaotikus nembe, melyben valódi *Cercariák*, azaz Distomeák álczái, *Urocentrum Turbo*, *Euglenák*, *Ceratium*, *Coleps*, *Ichthydium* s különböző kerékállatkák vannak egy kalap alá foglalva.

Linné ifjabb éveiben nagy skepticzizmussal viseltetett a mikroszkopiai felfedezések iránt, tagadta az ondótestecskék állatiságát s azokat, valamint Leeuwenhoek állatocskáit is passzivan mozgó olajos részecskéknek (particulæ oleosæ) deklarálta; élete alkonyán ellenben az előbb ignorált véglényekhez, a *Chaos infusoriumhoz*, sorolta;[5] őt követte Blumenbach, ki[6] 1791-ben *Chaos spermaticum* elnevezés alatt szintén az ázalékállatkák közé sorolja.

Bory de St. Vincent 1824-ben az ázalékállatkák között külön családot jelöl ki az ondótestecskék részére, *Cercariées*, melyben *Zoospermos* nemi név alatt foglalja össze.[7] Baer K. E. Burdach Physiologiájában 1826-ban, úgy, mint Müller János is 1827-ben még ázalékállatkáknak tartja; az előbbi azonban már 1827-ben, úgy mint a vértestecskéket, az önálló élet alacsony fokán álló szervezeti elemek-

[1] Leeuwenhoek, Epistol. physiolog. XLI. p. 393. Conf. Dujardin, 22.

[2] Essai de dioptrique 1694. Conf. Milne-Edwards, Leçons sur la Physiologie etc. 1865 VIII. 339.

[3] Nouvelles de la république des lettres. 1699. p. 552. Conf. Ehrenberg, 466.

[*] Milne Edwards szerint Plantade közleménye valószínűleg satyra akart lenni, mindamellett azonban némelyek komolyan vették s elhitték. Op. c. VIII. 356 (1).

[4] Zoogenie ou génération de l'homme. Conf. Ehrenberg, 466.

[5] I. II. t. I.

[6] t. 3. G.

[7] t. 6. 12.

[8] t. 10. 23.

[1] Eichhorn 55. t. V. O. P. R.

[2] Historia animalium Conf. Ehrenberg.

[3] Pallas, Elenchus Zoophytorum, 416.

[4] Müller O. F., 120,

[5] Conf. Syst. Naturae, edit. XII.

[6] Handbuch der Naturgeschichte. V. Aufl. Göttingen. 1797. p. 475.

[7] Dictionnaire classique d' histoire naturelle. Tom. 16.

nek tekinti,[1] s az etimologiailag helytelen Zoospermos vagy Zoospermia elnevezés helyett először használja a *Spermatozoa* kifejezést. Cuvier Régne animal-ának 1838-iki kiadásában ismét *Cercaria* név alatt az ázalékállatkákhoz sorozza. Ehrenberg végre még 1838-ban is *Trematoda Pseudopolygastrica* elnevezés alatt a Trematodok közé osztja be,[2] melyek ép oly sajátlagos állati természetű élősdiek, mint a csigák májában előforduló Cercariák.

Ezen rövid történelmi átpillantásból eléggé kitetszik, mily szorosan össze van fonódva az ondótestecskék története a véglényekével, s könnyen belátható az a zavaró hatás, melyet ezen bonyodalom a véglények valódi természetének kifürkészésére gyakorolt, mely bonyodalom hosszas vajudás után véglegesen jóformán csak az utolsó 25 évben szünt meg, miután Barry-nek 1840-ben közölt észlelete, mely szerint ondótestecskéket látott a tengerinyúl petéjébe behatolni, eleinte semmi hitelre sem talált, az 50-es évek elején ellenben Nelson, Newport, Keber, Meissner, Bischoff s mások bebizonyították, hogy az ondótestecskék termékenyitéskor tényleg behatolnak a petébe s nem az ondóban élő paraziták, hanem, miként Prévost és Dumas 1824-ben, Spallanzani pedig már a múlt században pontos kísérletekre támaszkodva állította, annak legfontosabb elemei, melyek, mint Baer már ki is emelte, legtalálóbban a vértestecskékkel hasonlíthatók össze.

A Leeuwenhoek-tól felfedezett parányi állatocskák ismeretét a múlt évszázad végeig Harris, Joblot, Baker, Trembley, Roesel, Ledermüller, Bonnet, Wrisberg, Pallas, Münchhausen, Saussure, Goeze, Wagler, Roffrerdi és Terechowsky, Hermann, Spallanzani, Eichhorn, Gleichen (genannt Russworm), különösen pedig első rendszerezőjük, Müller Ottó Frigyes, tetemesen gyarapíttotta. Mindezen vizsgálatok a véglények szervezetének szabatos felfogására ugyan nem vezettek, de annál dúsabb anyagot szolgáltattak a múlt századbeli természettudósok spekuláczióira. A rothadó állati- és növényi részeket tartalmazó öntelékekben ép úgy, mint tiszta esővízben bámulatos nagyszámú s gyors megjelenésük; állatocskáknak tartott mozgó testecskéknek az ondóban való állandó előfordulása; egyes állatocskáknak, melyeket mainap természetesen többé nem sorolunk a véglények közé, főbb vonásaiban könnyen felismerhető magas szervezete: mindezek oly körülmények, melyek azon időben, melyben az indukcziónak útja kevéssé volt még megtörve, melyben első sejtelme ébredt annak, hogy a magasabb szervezetek szövetei apró élő egységekből vannak összetéve, melyben Swammerdam, később Réaumur s mások vizsgálatai a rovarok átalakulásáról oly bámulatos képet tártak fel, a fejlődés-, élet- és kórtan pedig még iránytű nélkül ingadozott, — mindezek oly körülmények, ismétlem, melyek részben egészen bizarr és kalandos, részben a valónak sejtelmét magában rejtő szellemes feltevések útvesztőjébe vezettek.

A betegségek okait puhatoló kórtan csakhamar nagy lelkesedéssel vonta spekuláczióinak körébe a parányi állatocskákat s az általok történő fertőzésről szóló tan ép oly általánosan elterjedt közvetetlenül a véglények felfedezése után,mint mainap a *Micrococcusok-*, *Bacteriumok-* s egyéb *Schizomycetek*-től történő fertőzés tana. A humoralpathologia, mely a nyavalyák okait a nedvek megromlásában kereste, szintúgy feltálálta a véglényekben a nedvek megromlásának okozóit, mint a Paracelsus-féle tan, mely szerint a nyavalyák oly módon fejlődnek ki a szervezetek belsejében, mint ezek maguk, azaz csírákból. — Egy magát meg nem nevező angol már 1676-ban ajánlotta, hogy járványos betegségek dühöngése alkalmával trombita-, dobszóval és ágyúdörgéssel riasztassanak el a levegőben lebegő, betegséget okozó állatocskák. Lancisi 1717-ben az Olaszországban pusztító malaria okát a mocsárok apró állatocskáiban keresi; Hoffmann Frigyes 1720-ban arról tesz említést, hogy Berlinben járványos betegségek idejében nagy mennyiségű parányi férgeket talált a vizekben; Vallisnieri, Griffon és Lebegne a múlt század első tizedeiben dühöngő pestisnek okozóiúl szintén mikroszkópi állatocskákat tartottak; egy 1726-ban Párisban megjelent könyvben pedig le is vannak írva és rajzolva azon parányi állatocskák, melyek ájulást, hasrágást, könyfisztulát stb. okoznak.[1] Linné hasonlóképen nagy jelentőséget tulajdonított a parányi állatocskáknak mint kórokat s bomlást okozóknak, s *Systema Naturae*-jának XII. kiadásában kiemeli, hogy a *Chaos infusorium*-on kívül még valószínűleg vannak élő lények, melyek csupán hatásuk után ismeretesek; ilyenek nevezetesen azok, melyek a kiütéses betegségek és forrólázak ragályanyagát, valamint a bujakór (Syphilis) mérgét képezik; nemkülön-

[1] Acta Leopoldina. Vol. XIII. Conf. Ehrenberg 467.
[2] Ehrenberg, 467.

[1] Ehrenberg VIII. Conf.

ben idesorolja a LEEUWENHOEK-tól felfedezett ondó-állatocskákat, valamint azon ködszerű állományt, mely tavaszszal a levegőben lebeg s végre azt, mely a rothadást és erjedést okozza.[1] Valóban meglepő, mily közel állott a mély belátású LINNÉ-nek a ragályos betegségek, az erjedés és rothadás okozóiról formált véleménye az újnak vélt mai felfogáshoz, mely e szerint korántsem a legújabb idő vívmánya, mint rendesen felteszik, hanem csak újra feléledt, minthogy EHRENBERG tekintélye egy ideig elnyomta, s tanúlságos példáját képviseli azon sajátságos hullámzásnak, mely bizonyos tanoknak felmerülésében, elenyészésében s újra való felmerülésében áll s elég gyakori a tudományok történetében.

A múlt századbeli természetbölcselők szintén gyorsan felkarolták a láthatatlan világ felfedezését s ügyesen használták fel az élet titkainak magyarázására.

A régi görög bölcselőnek, az abderai DEMOKRITOS-nak atomtanát a híres DESCARTES (CARTESIUS) 1630-ban újra felélesztette, mely nagyban foglalkoztatta a XVII. és XVIII. század gondolkodóit. Ezen tan szerint a szervezetek kisebb-nagyobb gömbökből, ősrészecskékből, atómokból vannak összetéve, melyek szüntelen mozgásban, örvényzésben vannak; maga az élő szervezet léleknélküli gép, melyet az atómok örvényei mozgatnak. — Vajjon nem állott-e igen közel annak feltevése, hogy LEEUWENHOEK felfedezte az élő atómokat, hogy az öntelékekben gyorsan fellépő véglények nem egyebek, mint azon élő atómok, melyek a széteső szerves testből kiszabadúlva, életöket önállóan folytatják? Ezen feltevés helyességének valószínűsége mindenesetre igen nagy volt, a spekulácziók tere igen szép eredményekre való kilátással kecsegtetett, melynek nem lehetett ellentállani; így fejlődtek ki egész mesterileg kidolgozott elméletek, melyek közül bizonyára legérdekesebb s konczepcziójában valóban nagyszerű a BUFFON-é, melynek egyes tételei napjainkban ismét feléledtek s mely a mai sejtelméletnek — ha szabad e kifejezést használnom, — mintegy jóslatát rejti magában.

BUFFON szerint[2] a szervezetek, a növények és állatok, apró élőrészecskékből, *szerves molekulákból* (molécules organiques, parties organiques, parties vivantes) vannak összetéve, melyek se nem növények, se nem állatok, hanem valamely közepett állók: az-az a növények és állatok szerves egységek társaságából, államából állanak, melyek életének összesége képezi a növény vagy állat életét. Ezen szerves egységek igen sokféle módon csoportosúlhatnak s a csoportosúlások különbsége szerint képződnek a különböző növények s állatok; a csoportosulások módjától függ továbbá az egyes szervek élettani működése is. Az, a mit a szervezet halálának nevezünk, voltaképen nem egyéb, mint azon folyamat, melynél a szervezetet alkotó élő molekulák, melyek fölött a halálnak nincs hatalma, csoportosulásaikat elhagyják, minek következtében az összélet megszünik ugyan, a halhatatlan molekulák * ellenben egyenkint önállóan folytatják életöket s ezek azok az «állatocskák», melyeket LEEUWENHOEK felfedezett; vagy pedig új csoportosulásokba egyesülve más és más összetett szervezetek képződésére vezetnek. Az állatok és növények táplálkozása oly módon történik, hogy az előbbiek közvetetlenül vagy közvetve a növényekből, ez utóbbiak pedig a talajból élő molekulákat vesznek fel, melyek a már meglevők közé iktatódnak, s a szervezet ennek

[1] Conf. RITTERS CARL VON LINNÉ, königlich Schwedischen Leibarztes etc. vollständiges Natursystem, nach der zwölften lateinischen Ausgabe von PHILIPP LUDWIG STATIUS MÜLLER. VI. Th. II. Bd. Nürnberg. 1775. p. 928.

[2] Histoire des Animaux. 1748. Conf. Oeuvres complétes de BUFFON. Par M. Flourens. Paris. 1853. Tom. I, 2 partie. Histoire générelle des animaux. Különösen Chapitre III. De la nutrition et du dévéloppement, és Chap. IV. De la Génération des animaux p 447—453, 454—494.; valamint összefoglalva (Recapitulation) p. 655—659.

* BUFFON a molekulák halhatatlanságát nyilván NEEDHAM-nek részint már 1743-ban tett azon szenzácziós felfedezésére alapította, mely szerint az Anguilluláktól megtámadott búzában (blé niellé) a látszólag holt Anguillulák, megnedvesítés után, csakhamar ismét életre ébrednek, részint ugyancsak NEEDHAM-nek azon észleletére (p. 565), hogy sült húsból készített öntelékben is fejlődnek állatocskák, mit BUFFON úgy magyarázott, hogy sütéssel a húst alkotó molekulák nem öletnek meg. Különben BUFFON-nak egész felfogását valószínűleg LEIBNITZ is befolyásolta, ki a szervezeteknek szintén élő egységekből (molekulákból) való összetételét tanította, mely egységeket egy középponti élő egység (Central-Monade) kormányoz.

BUFFON nagyszerű eszméjét a molekulák halhatatlanságáról s azoknak a természetben való forgalmáról röviden legvilágosabban adja elő a tulkot - tárgyaló czikkében: «— — Ezen részecskék egyik testből a másikba átmennek s a valódi életre, ennek folyamatára, a testek fenntartására s növekedésére valamennyien egyaránt szolgálnak. Valamely testnek felbomlása s porrá és hamuvá változása után túlélik azt a szerves részecskék, melyeken a halálnak nincs hatalma. Szerte bolyongnak a világban s ismét más lényekbe hatolnak, hogy nekik táplálékot s életet adjanak.»

következtében egyre növekedik; az élő molekulákkal vesznek ugyan fel a szervezetek életteleneket is (molecules brutes), ezeket azonban a kiválasztó szervek ismét kiküszöbölik. Az életnek azon szakában, melyben a növény vagy állat fejlődésének tetőfokát elérte, a szerves molekulák, melyeket a táplálékkal folytonosan felvesz, nem fordíttatnak többé a szervek továbbfejlődésére, hanem csupán az elhasználtaknak pótlására, feleslegök pedig a testnek minden részéből egy vagy több külön szervben, az ivarszervekben gyűl össze; ezek képezik azután az ivarváladékokat, melyek e szerint a test összes részeinek mintegy kvintesszencziájából állanak s vagy közvetetlenül, vagy, a váltivarú állatoknál, a hím és nöstény ivarváladékának keveredése után, a szülékkel egészen megegyező új szervezetekké csoportosúlnak. Az ivarváladékokban, BUFFON szerint, a nősténynél is előforduló «állatocskák» nem egyebek, mint a test minden részeiből összegyült szerves molekulák. — A belférgek képződését, mely egész a legújabb időkig oly számos hipotézisre adott alkalmat, BUFFON elméletével teljesen összhangzólag oly módon magyarázza, hogy ezek, úgy mint az állatnak szervei s magzatai, szerves molekulák csoportosulása által jőnek létre, tehát magában a gazdában képződnek.*

BUFFONnak ezen genialis elmélete, habár mai nap következtetéseinek egész lánczolatát elhibázottnak kell is tartanunk, részleteiben kétségkívül több oly felfogást tartalmaz, melyet az utókor vizsgálatai helyeseknek bizonyítottak. BUFFON-nak nevezetesen azon felfogása, hogy a szervezetek élő molekulákból vannak összetéve, nem puszta spekuláczió eredménye, hanem megfigyeléseken alapszik. Hogy a növények teste sejtekből van összetéve, erről, mint fennebb említők, már HOOKE-nak, GREW-nak s MALPIGHI-nak is volt némi fogalma, NEEDHAM TURBERVILL pedig, kivel BUFFON igen szoros tudományos összeköttetésben állott, számtalan vizsgálatra támaszkodva, közölheté BUFFON-nal, hogy a növényeknek minden része apró élő részecskékből van összetéve;[1] ezen vizsgálatokra támaszkodva általánosítható BUFFON tételét, mely szerint minden szervezet élő molekuláknak, azaz mint a mai műnyelven mondjuk, sejteknek összetételéből (sejtállamból) áll. Legalább is ugyanolyan jogosultsággal mondhatjuk BUFFON-ról, hogy elmélete a sejtelmélet jóslatát foglalja magában, mint a minő jogosultsággal reklámálta magának OKEN, SCHLEIDEN és SCHWANN fellépése után 1843-ban azon érdemet,[2] hogy az *«őshólyagocská»-ról* (Urbläschen) és *Infusoriumról* szóló hipothézisével már 1805-ben megvetette alapját a sejtelméletnek; egy oly hipothézissel, mely voltaképen nem egyéb, mint a BUFFON-énak más műnyelven való reprodukálása.* A múlt század számos természettudósa, így pl.

* A férgeknek BUFFON felfogása szerinti képződése ellen alapos tudományos készültséggel, szállott síkra egy talán szaktársaim előtt is kevéssé ismert nevű multszázadbeli hazánkfia, CSÉRI VERESTÓI SÁMUEL, a tudomány akkori színvonalán álló meglehetős terjedelmes doktori értekezésében (Specimen annotationum helminthologicarum, quae naturalem spectant historiam Lumbricorum et cet. A Samuele Verestói de Csér, transylvanico hungaro. Franequerae. 1772.), mely oly nagy jelentőségűnek tartatott, hogy GMELIN LINNÉ természetrendszerének XIII. kiadásában VERESTÓI-t mint auctoritást idézi. («De intestinalium historia meruere Pallas (1760), Verestói de Czer (1772), Hopp (1780) Goeze (1782), Bloch (1782), Werner (1782), Retzius (1786) Schrank.» Conf. CAROLI A LINNE Systema Naturae. Tom I. Pars VI. 1788. p. 3023.)

[1] BUFFON Op. cit., 566.

[2] Lehre der Naturphilosophie. Dritte, neu bearbeitete Auflage. Zürich, 1843. p. III.

* Besteht die organische Grundmasse aus Infusorien: so muss die ganze organische Welt aus Infusorien entstehen. Pflanzen und Thiere können nur Metamorphosen von Infusorien sein.

Ist dieses, so müssen auch alle Organisationen aus Infusorien bestehen, und sich bei ihrer Zerstörung in dieselben auflösen. Jede Pflanze, jedes Thier verwandelt sich bei der Maceration in eine schleimige Masse; diese verfault, und die Flüssigkeit ist mit Infusorien angefüllt.

Das Faulen ist nichts anders als ein Zerfallen der Organismen in Infusorien, eine Reduction des höheren Lebens auf das Urleben.

Die Organismen sind eine Synthesis von Infusorien. Die Erzeugung ist nichts anderes, als eine Zusammenhäufung unendlich vieler Schleimpunkte, Infusorien.

Es sind nämlich die Organismen nicht schon im kleinsten ganz und vollständig gezeichnet, präformiert enthalten sondern nur infusoriale Bläschen, die durch verschiedene Combinationen sich verschieden gestalten und zu höheren Organismen aufwachsen. Id. m. p. 155. §. 940—943.

Hasonló, sőt nagyobb jogosultsággal, mert eszméjét világosabban fejezi ki, lehetne GOETHE-t a sejtelmélet előhirdetőjeként tisztelnünk, 1807-ben irt következő szavai után: «Jedes Lebendige ist kein Einzelnes, sondern eine Mehrheit; selbst insofern es uns als Individuum erscheint, bleibt es doch eine Versammlung von lebendigen, selbständigen Wesen, die der Idee, der Anlage nach gleich sind, in der Erscheinung aber gleich oder ähnlich, ungleich oder unähnlich werden können.» (Morphologie. Sämmtliche Werke. Mit Einleitung von Karl Goedeke IX. Bd. Stuttgart. 1875.

WRISBERG,[1] sőt maga LINNÉ is osztozott a BUFFON-féle felfogásban, hogy a magasabb állatok és növények teste apró állatocskák millióiból van összetéve, melyeknek összessége képezi az egész állatot.[2]

A mi BUFFON elméletének azon részét illeti, hogy a LEEUWENHOEK állatocskái az állat- és növényszövetek szétesése következtében kiszabadult molekuláknak felelnek meg, ez nem egyéb, mint a generatio aequivocának szellemes magyarázata, mely daczára REDI, VALLISNIERI, RÉAUMUR s mások úttörő kutatásainak, még mindig általános hitelben állott. Hogy a véglények generatio æquivoca útján szaporodnak, EHRENBERG-ig csak egyesek (JOBLOT, SPALLANZANI) vonták kétségbe, egészen természetesnek s biztos alapon nyugvó tantételnek tartották; a *«corruptio unius generatio alterius»* régi mondás közhitelben állott; maga MÜLLER OTTÓ FRIGYES is ezen nézetnek hódolt, mit világosan fejez ki munkájának OVIDIUS Metamorphosisaiból választott jeligéje:

> Nonne vides, quaecunque mora fluidoque liquore
> Corpora tabuerint, in parva animalia verti?

Azon különböző szerves testekből készített ázalékok, melyek a múlt század véglény-búvárait különösen foglalkoztatták, mind azt látszottak bizonyítani, hogy az ázalékállatkák a széteső szövetekből generatio æquivoca útján jönnek létre, s a véglények első külön elnevezése: *«ázalékállatkák,* * *Infusionsthierlein* ** *animalcula infusoria»*,*** melyet 1761-ben LEDERMÜLLER használt először, WRISBERG-től pedig elfogadva csakhamar általánosan elterjedt, szintén magában viseli azon felfogást, hogy ázalékokban keletkeznek.

Újabb időben JAEGER GUSZTÁV közölt igen csodálatos vizsgálatokat az édesvizi Hydra szöveteinek szétesésérő1,[1] melyek ha valóknak bizonyulnának, a rég elfelejtett BUFFON-féle felfogás mellett bizonyítanának. Nevezett búvár szerint ugyanis, a Hydrák bizonyos körülmények között látszólag önkényűleg szétesnek sejtekre, melyek *Amoebák* alakjában önálló életet folytatnak, táplálkoznak s végre betokozzák magukat. — Mi egyebek ezek, mint BUFFON szabad életre jutott molekulái? — JAEGER, ki merész hipotézisek felállításával, mint eléggé ismeretes, legkevésbbé sem fukarkodik, ezen folyamatban a Hydrának egy sajátságos szaporodását vélte felfedezni, melyet *diaspermogenesis* névvel jelelt, melynek létét azonban senki meg nem erősíttette.

BUFFON elméletének azon részét, mely a növények táplálkozására vonatkozik, s mely röviden oda megy ki, hogy azok a talajból élő molekulákat (melyek mint láttuk, BUFFON szerint azonosak a LEEUWENHOEK felfedezte állatocskákkal) vesznek fel, 1867-ben némileg eltérő alakban megújíttotta RUNGE,[2] ki azon elmélettel lepte meg a világot, hogy a talaj humusát a véglényeknek egész élő világa népesíti, melyeknek szétfolyt testét a növények gyökerei, mint táplálékot, felveszik. A szervezetek táplálkozása e szerint tehát, úgy mint BUFFON nál, a véglényekre vezethető vissza; a kis élő molekulák tartják fenn az egész élő természetet. Igen szép, bár, mint láttuk, épen nem eredeti eszme, melyből azonban nyilván csak annyi felel meg a valónak, hogy a humusban tényleg igen nagy mennyiségű egysejtű moszatokkal, és Schizomycetekkel együtt különösen nagyszámú és pompás gyökérlábúak tenyésznek, melyek közvetve bizonyára szolgáltatnak a növényeknek táplálékot s némelyeknek, például a sziklákra telepedett mohoknak, táplálkozásánál mindenesetre igen fontos szerepet játszhatnak.

BUFFON elméletének azon része végre, mely a test minden részéből az ivarmirigyekben összegyülő élő

p. 324.) Továbbá 1820-ban irt *«Epirrhema»* czímű rövid költeményének következő szavai után:

> Freuet Euch des wahren Scheins,
> Euch des ernsten Spieles:
> Kein Lebend'ges ist ein Eins,
> Immer ist's ein Vieles.

S GOEDEKE a *«Morphologie»*-hoz írt bevezetésében, méltán mondhatja GOETHÉ-ről: «Közvetetlenül ott áll azon magyarázatnál, melyet a későbbi tudomány szolgáltatott, s csak azért nem akadt reá, mert a mikroszkóp nem volt eléggé tökéletesítve, hogy a növényélet (s az állatélet) tulajdonképi szervét, a *sejtet* felfedezze.» (Op. cit. p. XXII) Mindezen eszmék csirái azonban határozottan BUFFON-ra vezethetők vissza, kinek munkáit GOETHE, mint több helyen maga megjegyzi, érdekkel tanulmányozta.

[1] WRISBERG 89.

[2] BUFFON, op. cit. VI., 928.

* Ázalékférgek. FÖLDI JÁNOS, Természethistória stb. Pozsony. 1801. p. 425.

** «Diese Kreaturen (t. i. die Würmer im Heuwasser) gehören mit in die Classe der Infusions-Thierlein.» I. 88.

*** Observationum de Animalculis infusoriis satura. Gottingae. 1765.

[1] Ueber das spontane Zerfallen der Süsswasserpolypen, nebst einigen Bemerkungen über dem Generationswechsel. (Sitzungber. d. math. naturwiss. Classe d. Kais. Akad. der Wissensch. Bd. 39. Wien 1860. p. 321.

[2] V. ö. KRIESCH JÁNOS. A Runge-féle növény táplálkozási elmélet. A k. m. term. tud. társ. közlönye VII. köt. Pest. 1867. p. 147—151.

molekulákra vonatkozik, lényegében ismét feléledt Darwin-nak 1868-ban az öröklés magyarázatára felállított *pangenesis* hipotézisében.

Más természettudósok kétségkívül azon élénk behatás befolyása alatt, melyet Swammerdam-nak a rovarok átalakulásáról feltárt bámulatos felfedezései előidéztek, a parányi világot a rovarokkal hozták viszonyba. Így Hartsoeker[1] 1694-ben azt állította, hogy Leeuwenhoek állatocskái nem egyebek, mint a levegőben röpkedő láthatatlan szúnyogok álczái; mely nézethez 1734-ben Réaumur is csatlakozott, s ez utóbbinak nagy tekintélye azt szélesebb körben is elterjesztette. Ezen merőben elhibázott felfogás kézzelfoghatólag részint szúnyogok, részint a muszliczák (Drosophila, Essigfliege) fejlődéséből vont hamis következtetésen alapszik; amazoknak vízben élő álczáit ugyanis azon időben még természettudósok is összetévesztették a véglényekkel, az utóbbiakat pedig az Ehrenberg idejéig általánosan ázalékállatkáknak tartott Angvillulákkal; s ezért mondja Müller O. F.: «(Infusoria) insectorum more metamorphosin subire nullo nititur fundamento; vermesque aceti in muscas mutati veræ larvæ sunt ab Angvillulis diversissimi.»[2] Különben a rovar (Insectum) kifejezéshez még Linné természetrendszerének megjelenése után is, mondhatjuk az egész XVIII. században, igen ingadozó fogalom fonódott; a tudósok is körülbelől ép oly önkényűleg használták, mint pl. mai nap népünk nyelvén a féreg kifejezést, s ebben keresendő annak magyarázata, hogy számos szerzőnek, mint pl. a híres Trembley-nek, Roesel-nek, Ledermüller-nek s másoknak munkáiban a véglények épen úgy, mint egyéb apró vizi állatok, Hydrák, gyűrűsférgek, kerékállatkák, moháIlatok és apró csigák alkalmilag, vagy egész következetességgel rovaroknak neveztetnek, a nélkül, hogy ezen tudósok csak távolról is arra gondoltak volna, hogy a véglények s egyéb apró vizi állatok a szoros értelemben vett rovarok fejlődéskörébe tartoznának.

Mindazon vizsgálatok, melyeket a véglények körül a múlt században végeztek, nem vezettek ezen parányi lényeknek csak némileg is kielégítő ismeretéhez; de természetszerűleg nem is vezethettek mindaddig, míg a nagyító készülékeket tetemesen nem tökéletesítették, míg azon chaotikus fogalmat, mely az Infusorium névvel jelölt apró szervezetekkel állott kapcsolatban, legalább némileg nem tisztázták, s míg a finomabb boncztan terén tett felfedezések a búvárok látókörét jelentékenyen nem szélesbíték; mindez pedig csak a legújabb időben történvén, csakis napjainkban juthattunk közelebb a véglények szervezetének megértéséhez, bár minden irányban való kielégítő ismeretüktől még mindig távol, részben igen távol állunk. Mindemellett azonban már a múlt század is sok oly becses anyagot gyűjtött össze, mely a további búvárlatok útját hathatósan előkészítette; s valóban nem tagadhatjuk meg a tiszteletteljes elismerést azon buzgó férfiaktól, kik előmunkálatok teljes hiányában, s a maiakhoz képest igen tökéletlen nagyító készülékekkel igyekeztek behatolni a láthatatlan lények titokszerű világába!

Az alakok ismerete gyorsan öregbedett, úgy, hogy az ázalékokban élő véglények főbb alakjai: *Schizomyceték*, *Monádok* és *csillószőrös ázalékállatkák*, a pocsolyákban és tiszta vizekben tenyészők közül pedig az *Euglenák*, a *Volvox Globator*, a *Vorticellafélék* jellemzőbb képviselői, színtelen, zöld és kék *Stentorok* már a múlt század közepe előtt ismeretesek voltak. Roesel 1755-ben leírta s aránylag igen jól le is rajzolta a bámulatos alakváltoztatásáról csakhamar nevezetessé vált *Proteus*-t, azaz az *Amoeba diffluenst*,[1] melyhez Gleichen 1778-ban egy kisebb, ázalékokban tényésző alakot sorolt; Müller O. Fr. 1777-ben felfedezte az *Actinophrys Solt*[2] (Trichoda Sol), melyet, vagy ehhez közel álló más alakot Joblot már 1712-ben látott;[3] Eichhorn pedig 1783-ban *csillag* (der Stern) elnevezés alatt ismertette a később Ehrenberg-től felfedezője tiszteletére megnevezett *Atcinosphaerium Eichhorniit*.[4] Ezek voltak az első édesvizi gyökérlábúak, melyeknek ismerete csak később gyarapodott újabb felfedezésekkel. A tengerben élő gyökérlábúak közül a Foraminiferek üres héjai, melyek oly nagy mennyiségben fordulnak elő a tengerparti fövényben, már korán magokra vonták ugyan a természetbúvárok figyelmét: így Breyn már 1732-ben, Plancus 1739-ben, Ledermüller pedig 1761-ben[5] több alakot írt, le s az utóbbi igen csinos raj-

[1] Essay de Dioptrique. 226—230. v. ö. Ehrenberg p. VIII.

[2] Müller O. F. p. XVI.

[1] Der kleine Proteus. Insectenbelustigungen. III p. 621. Taf. 101. A. W.

[2] 164.

[3] 64. t. 7. f. 15.

[4] Beitr. zur Kenntniss d. kleinsten Wasserthiere. Zugabe p. 15.

[5] I. S. t. IV. et 15 t. VIII.

zokat is közölt; minthogy azonban a héjak lakóit senki sem vizsgálta tüzetesen, általában parányi csigáknak, D'ORBIGNY-től pedig még 1826-ban Kephalopodoknak tartattak, míg DUJARDIN 1835-ben azon fontos felfedezést tette, hogy a héjat lakó parányi lény, összehuzódó nyálkás állományból, sarcodéból áll, melyben szervek nincsenek elkülönűlve, s erre alapítá a véglények ismeretére annyira fontos sarcode-tanát. Az alakok ismerete lassanként anynyira gyarapodott, hogy MÜLLER O. FR. 1786-ban megjelent munkájában 378, részint már másoktól is leírt, részint számos évre terjedő búvárkodása alatt önmaga felfedezte fajt írhatott le, melyeknek mintegy negyedrésze azonban nem tartozik a mai értelemben vett Protozoumokhoz.

A véglények szervezetének ismerete jóval elmaradt az alakok ismerete mögött s mivel oly különböző apró szervezetek keverékéből állott az ázalékállatkák csoportja, már csak ezen egy körülmény következtében sem fejlődhetett ki a valódi véglényeknek helyes és egységes felfogása.

A véglények magasan elkülönült, vagy egyszerű szervezete körül forgó vita, mely jelen századunkban egyrészt EHRENBERG, és másrészt DUJARDIN felfogásában oly éles ellentétté fokozódott, s melynek utóhullámai az egy- vagy többsejtűség kérdésében egész napjainkig terjednek, már a véglények ismeretének első szakában vette kezdetét. Hogy az élőlények igen egyszerű szervezetekkel veszik kezdetöket, ezt már a régi bölcselők is állították, s ARISTOTELES felfogása szerint az élőlények sorozatának legalsó lépcsőjén egyszerű vázlatok (περιγραφαι) állanak; ily egyszerű vázlatoknak tekintették BUFFON és NEEDHAM LEEUWENHOEK állatocskáit, nemkülönben más mélyen gondolkozó természetbuvárok, mint LINNÉ, PALLAS, később pedig, a MÜLLER utáni időben, GRUITHUISEN, LAMARCK, CUVIER és DUJARDIN a szorosabb értelemben vett ázalékállatkákat. A buvárok legnagyobb része azonban hamis analogiákból indúlva ki, magas szervezetet gyanított s keresett, mely felfogást EHRENBERG-nek nagy lelkesedéssel fogadott vizsgálatai ideiglenesen diadalra is emeltek.

MÜLLER O. FR., az ázalékállatkákat, szervezetökből kiindúlva, két csoportra osztja; az egyikbe *(Infusoria sensu strictiori)* azokat sorolja, melyek minden megkülönböztethető szerv nélkül valók; a másik csoportba *(Bullaria)* ellenben azokat, a melyek külső és belső szervekkel ellátottak.[1]

[1] p. VIII.

A külső szervek alatt főleg a csillószőrök értendők, melyek közűl az erősebbek, különösen az *Oxytrichaféléknek* horgai és sertéi korán magokra vonták a figyelmet. Már LEEUWENHOEK felemlít egy ázalékállatkát, nyilván egy *Stylonychia-* vagy *Oxytricha*-fajt, mely nagyszámú lábai segélyével úszott és mászkált.[1] Az *Oxytrichafélék* és *Stentorok* peremkoszorúját nagyjában szintén korán felismerték, nemkülönben a *Vorticellafélék* örvényző szervét is. Gyenge nagyításoknál persze e szervek magok nem, hanem csupán az általok előidézett örvények láthatók s ez örvényekből következtettek a kerékállatkákéval megegyező szerv jelenlétére, mely a táplálékot a szájba sodorja. Ezen láthatatlan szervektől előidézett örvény részben kalandos felfogásokra vezetett; így WRISBERG azt mondja, hogy bizonyos *Polypok* (azaz *Vorticellafélék)* tátott szájjal várják a zsákmányt, apróbb állatocskákat, melyek sajátságos unszolattól vezettetnek a Polyp körüli Charybdisbe, hogy ennek mélyébe sodortassanak;[2] egy másik helyen pedig a következő költői fantáziával ecsetelt képet tárja fel: «Varium vidimus animalium gregem: *a)* Minima sunt rotunda fere, ad magnitudinem seminis papaveris accedentia, copiosissima, quæ nihil aliud sunt, quam parvæ moleculæ in omne infuso consvetæ, vivificatæ, et in motum constitutæ. Hæc procul dubio reliquis nutrimento sunt, nam præcipue ambiunt animalcula maiora, imprimisque polypos, a quibus avido consummuntur gutture. Singularem vidi motum, dum infelices morti hæ traduntur victimae. In distantia enim ab orificio polypi aliquot linearum celerrimum agitantur in motum rotatorium, sub quo momentaneo cursu a polypo quasi attrahuntur, et in os eiusdem incidunt. Eodem fere modo prouti sciurum legimus, animadversa ad radices arboris, cui insidet, procumbente vipera caudisona, quaeque illum radiantibus oculis rictuque hiante, felis instar murem, contemplatur, consternatum arborem circumcursare, effugia quærere, tandemque vero velut fascinatum in os angvis insilire.»[3]

A finomabb csillószőröket és ostorokat, melyeket erősen nagyító s éles képet adó lencsékkel is csak gyakorlott szem vehet ki, kevés régibb búvár látta egyik-másik véglénynél; ez az oka annak, hogy csak az újabbkori búvárok konstatálhatták gyakori előfordulásokat. A fürge ostoros és apróbb csillószőrös ázalékál-

[1] 63.
[2] 277.
[3] 52.

latkák helyváltoztatása valóságos rejtélynek látszott, s anyagot szolgáltatott különböző meddő spekulácziókra. Így ROESEL pl. 1755-ben a *Volvox Globator* mozgását oly módon magyarázza, hogy a golyó belsejéből a véglény akaratától függő irányokban finom csöveken át láthatatlan vízsugarak lövelltetnek ki, melyeknek visszalökő hatása azt, mint a Segner-féle kereket, gördülő mozgásba hozza.

A mi a belső szerveket illeti, melyekről MÜLLER említést tesz, ezekre nézve ki kell emelnünk, hogy alattok jó részt csupán a kerékállatkák könnyen megkülönböztethető bele és petefészke értendő; a tulajdonképeni véglények belseje MÜLLER szerint szemcsés, nyálkás állományból *(materia mucida, mera gelatina)* azaz: mint mai nap más műkifejezéssel mondjuk, protoplazmából áll, mely könnyen szétfoly s molekulákra bomlik fel. A véglények szétfolyt protoplazmájában előforduló rögöcskéket GLEICHEN[1] épen úgy, mint később EHRENBERG, petéknek tartotta; ugyanezen felfogással később még egyszer találkozunk PERTY-nél, kinek *blastiái* szintén nem egyebek, mint a véglények protoplazmájában előforduló különböző természetű rögöcskék.

A csillószőrös ázalékállatkák szájnyilását már a legrégibb búvárok is ismerték; így JOBLOT már 1716-ban leirja, hogyan nyeldesik bors-ázalékban a nagy *Oxytrichák* (araignées aquatiques) a kis *Kolpoda Cucullusokat* (Cornemuses);[2] TREMBLEY látta a *Vorticellaféléknél* és *Stentornál*; SPALLANZANI igen jól megkülönböztette a *Vorticellaféléknél* s a *Paramecium Aureliánál;* GLEICHEN pedig különböző más csillószőrösöknél is, nevezetesen a *Kolpodánál*, sőt a *Glaucoma scintillans*-nál a szájnyilást szegélyző rezgő hártyát is megkülönböztette;[3] nemkülönben ugyanő az alfelnyilást is látta némely csillószőrösnél.

Az utóbb említett búvár azon czélból, hogy az ázalékállatkák belső szerveit láthatóbbakká tehesse, már 1781-ben azon gondolatra jött, hogy tápláló csatornájukat, melynek előfordulását gyanította, színes táplálékkal megfesse; ezen czélból az ázalékba finom karmint vagy indigót kevert, melyet az ázalékállatkák csakugyan mohón nyeltek el; és látott belsejökben piros vagy kék gömböket, melyeket bizonyos idő mulva az alfelnyiláson kiürítettek s melyeket GLEICHEN petéknek tartott.[4] GLEICHEN ezen kisérlete a véglények szervezetének megértésére a jövőben végzetessé lőn, a mennyiben EHRENBERG ugyanezen módszert alkalmazva, a protoplazmában fellépő ideiglenes üröcskéket, melyek a behabart karminnal, indigóval vagy más festékszemecskékkel megtelnek, külön bélcsőn fürtösen függő állandó gyomroknak tekintette. Ezen bonyolódott szerkezetű, sok gyomrú emésztőkészülék feltevésének konzekvencziái vonták maguk után EHRENBERG-nek többi téves nézeteit s vezették őt a tévedések egész útvesztőjébe.

Sajátságos, a kor naiv élettani nézeteire azonban igen jellemző MÜLLER O. F. azon felfogása, hogy az ázalékállatkák csupán csak vizből élnek s szilárd táplálékot egyáltalában nem vesznek fel; különben MÜLLER szerint a *Nais-, Hydrachnafélék*, Entomostrakok és folyóvizi kagylók szintén csak vizből élnek.[1]

A véglények legjellemzőbb szervei, a magképletek s lüktető üröcskék nem kerülték ugyan ki egészen az első búvárok figyelmét, de a rájok vonatkozó egyes észleleteknek nagyobb jelentőséget nem tulajdonítottak, s e szerint nem is vezethettek e szervek értékének teljes méltatására. Egyes *Vorticellafélék* szalagalakú magját már ROESEL és LEDERMÜLLER is megkülönböztette.[2] MÜLLER hasonlóképen ismerte a *Vaginicolák* és *Cothurniák* szalagszerű magját, nemkülönben igen számos más csillószőrös ázalékállatkáét, s azokat *dúczocskáknak (noduli), átlátszó pontoknak vagy gömböcskéknek (puncta pellucida, globuli hyalini)* nevezi; legpontosabban írja le a *Loxophyllum Meleagris (Kolpoda Meleagris Müll)*[3] és a *Stentor polymorphus (Vorticella polymorpha Müll)*[4] olvasószerű maglánczolatát, melyet a *Loxophyllum Meleagrisnál* gyomornak vagy bélnek megfelelő szervnek tekint. A lüktető üröcskéket szintén számos ázalékállatkánál megkülönböztette MÜLLER, s majd *átlátszó körnek* (circulus hyalinus), vagy *kerek nyilásnak* (apertura circularis), majd ismét *átlátszó gömböcskének* (globulus pellucidus) nevezte, s a magképletekkel gyakran összetévesztette. SPALLANZANI volt az első, ki a *Paramecium Aureliának* kiürüléskor csillagalakot öltő két lüktető űröcskéjét felfedezte, megfigyelte továbbá ezeknek váltogatva történő ütemes lüktetését[5] s azokat lélekzőszerveknek tekintette. GLEICHEN SPALLANZANI-tól

[1] 180.
[2] II. partie du Tome I, 14
[3] 212.
[4] 197—199.

[1] p. XII—XIII.
[2] LEDERMÜLLER, 174. t. 88.
[3] 100. t. XIV 1—6 et XV. 1—5.
[4] 260 t. X. XXXVI. 1—13.
[5] LAZZARO SPALLANZANI, Opusculi di fisica animale e vegetabile. Milano. 1826. p. 224. t. I. f. 18.

egészen függetlenül, egy más ázalékállatkánál, melyet *«petit ovale»* névvel jelöl s melyben a *Glaucoma scintillanst* lehet felismerni, szintén felfedezte az űröcskét s annak lüktetéseit. Érdekes felfedezését ezen szavakkal adja elő: «Itt valami egészen újat és hallatlant láttam, az *a*-val[1] jelölt hólyag (bulle) egymásután többször mint tizszer összehúzódott s ismét kitágult; vajjon ez-e az állatocskának a szive? nem tudnék rá feleletet adni . . . .»[2] EHRENBERG-et illeti az érdem, hogy a magképleteknek és lüktető űröcskéknek általános előfordulását kimutatta, bár mindkét szervnek élettani feladatát teljesen félreismerte.

A szaporodást illetőleg nem egy érdekes, részben a legújabb vizsgálatoktól megerősített észleletet köszönünk a véglények első búvárainak, csakhogy ezen vizsgálatok is sok valótlan feltevéstől vannak eltorzítva. A generatio æquivoca ugyan, mint már említém, közhitelben állott s ellene csak kevesen emeltek szót, így JOBLOT és SPALLANZANI, kik azt állították, hogy az ázalékokat gyorsan benépesítő mikroszkópi lények mindenütt elterjedt parányi petékből fejlődnek ki. A szülék nélküli elsődleges keletkezés hipothézisének daczára azonban egyes ázalékállatkák szaporodási módjait is korán felismerték. TREMBLEY ÁBRAHÁM, az édesvizi Hydrának méltán ünnepelt vizsgálója, már 1745-ben remek leirását adta a *Vorticellafélék* és *Stentorok* oszlásának, melyhez csak a legújabb idő szolgáltathatott kiegészítő részleteket; BONNET, BAKER, GOEZE, SAUSSURE, SPALLANZANI, GLEICHEN és MÜLLER O. FR. a *Vorticellaféléknek* és számos más ázalékállatkának oszlását ismertették.

SPALLANZANI egy merevkocsányú *Vorticellafélénél*, melyben az *Opercularia coarctatát* vélem felismerhetni, sajátságos szaporodást észlelt; az ázalékállatka testének alsó részéből egy testecskét látott kinőni, mely később az anyáról leválván, azt sebes rajzással elhagyta,[3] hogy később letelepedve, hozzá hasonlóvá fejlődjék. Ugyanezt észlelte 1812-ben GRUITHUISEN, később pedig EHRENBERG, és sarjadzásnak tekintette. S annak is tekintették a legújabb időig, míg STEIN bebizonyította, hogy ezen látszólagos sarjadzás egy neme az egybekelésnek, az u. n. *sarjadzás- vagy rügyszerű egybekelés* (knospenförmige Conjugation). A ki a *Vorticellafélék* ezen érdekes egybekelését valaha látta, SPALLANZANI, durva, de jellemző rajza után könnyen felismerheti, hogy tényleg sarjadzásszerű egybekelést látott, bár azt egészen tévesen magyarázta.

[1] t. XXIX. f. 2.
[2] 213.
[3] Op. cit. 169. t. I. t. IX.

A szabadon mozgó ázalékállatkák páronként való *egybekelésének (conjugatio, coitus)* ismerete oly régi, mint magoké az apró állatocskáké; ezen érdekes folyamatot már LEEUWENHOEK, JOBLOT, WRISBERG és GLEICHEN megfigyelte s a két utóbbi részletesebben le is írta. Minthogy azonban MÜLLER az egybekelést hosszirányú oszlásnak tartotta* s ezen felfogáson EHRENBERG is osztozott, általánosan elterjedt azon tan, hogy az ázalékállatkák haránt és hosszirányú oszlással szaporodnak; csak a legújabb időben BALBIANI kezdeményezése után lőn bebizonyítva, hogy a hosszirányban egymást megfekvő ázalékállatkák nincsenek oszlófélben, hanem a közösülés egy sajátságos nemére keltek össze, mint azt a legrégibb búvárok állították.

A Volvox Globatornak ivartalan szaporodása, melynél az EHRENBERG-ig egyetlen állatnak vélt anyatelepből a fióktelepek kirajzását már LEEUWENHOEK is s utána számos más buvár észlelte, azon felfogásra vezetett, hogy a véglények egy része elevenszülő.**

* MÜLLER, úgy látszik, hogy tulajdonképen ellentmondásban van önmagával, a mennyiben nagy munkájának præfacziójában (p. XI) a hosszirányban egyesült ázalékállatkákról azt állítja, hogy határozottan oszlásban vannak, s óva int azon felfogás ellen, mely ezen páronkénti összefüggést egybekelésnek tekinti. A *Paramecium Aureliának* leirásánál ellenben (p. 88), miután részletesen tárgyalta észleleteit a páronként egyesült *Parameciumokról*, azon határozott, többi felfogásával ellenkező véleményhez jut, hogy ezen egyesülés tényleg közösülés: «Vera dehinc copula est, Aureliaeque maturae, et ante plenam magnitudinem, Veneri litare amant.» Az ellentmondás MÜLLER 1786-ból kelt nagy monografiájának genezisében leli magyarázatát. Ezen fontos mű ugyanis nem egyéb, mint a véglények azon rendszeres feldolgozásának, melyet MÜLLER az összes szárazföldi s édesvizi férgek történetét tárgyaló 1773-ból kelt művében adott, további vizsgálatokra alapított, tetemesen bővített átdolgozása, melyet 1784-ben bekövetkezett halála miatt MÜLLER maga nem rendezhetett sajtó alá, hanem szétszórt kézirataiból barátja, FABRICIUS, állított össze, ki az első kiadás praefaczióját, melyen MÜLLER az újabb 11 évre terjedő vizsgálatok következtében szükséges változtatásokat, néhány jelentéktelen kihagyáson kivül, még nem tette meg, változtatás nélkül vette át az új műbe, minden tekintet nélkül arra, hogy a *Parameciumnak* átdolgozása lényegesen különbözik az első kiadásbelitől. Igy jött létre azon látszólagos ellentmondás, mely az első kiadásban elő nem fordul.

** Ismeretes, hogy a *Volvox Globator* fióktelepeinek belsejében az unokatelepek nagy anyasejtjeit már gyenge nagyításnál is jól meg lehet különböztetni, meg is különböztették már a *Volvox Globator*nak első észlelői is. Ezen sokat csodált felfedezés BONNET-t az úgynevezett *beskatulyázási elmélet* (Théorie d'emboitement) felállítására vezette, melynek lényege abban áll, hogy az összes állatoknál az anya belsejében, mint a *Volvox Globatornál*, az utódok már

GLEICHEN az elevenszülésnek két érdekes esetét írja le röviden a *Vorticella microstománál* s egy pontosan meg nem határozható más csillószőrös ázalékállatkánál. Mindkét esetben az anya belsejéből gömbölyűded embriók bujtak ki, melyek a *Vorticellát* elég élénk mozgással hagyták el, a másik ázalékállatkával ellenben látszólag merev fonalakkal összefűzve maradtak.[1] Ezen elevenen szült fiatal ázalékállatkákban, daczára a leírás rövidségének s a vizsgálat hiányosságának, nem nehéz az úgynevezett *acinetaalakú embriókat* felismerni, melyek az ázalékállatkák búvárait újabb időben oly sokat foglalkoztatták s oly különböző felfogásban részesültek.

Hogy a véglények még peték által is szaporodnak, senki sem vonta kétségbe; a tulajdonképi véglényekkel összetévesztett kerékállatkák nagy petéit csakhamar felfedezték. Igy már JOBLOT igen hű képét adta a petéit czipelő *Brachionusoknak* («des Grenades aquatiques, couronnées et barbuës»)[2]; analogia útján következtetve, petéket a többi véglényeknél is fel kellett tenni, s a könnyen szétfolyó protoplazmának legkülönbözőbb természetű záradékait petéknek tartották. GLEICHEN még a karminnal megtelt emésztő üröcskéket, valamint az ürülékeket is petéknek vette s azt hitte, hogy némely ázalékállatka, mint a békák, zsinegben rakja le petéit, a *Vorticellák* kocsányát pedig tojócsőnek deklarálta.

Az első búvároknak a véglények keletkezésére s szaporodására vonatkozó felfogását ezek után röviden a következőkben foglaljuk össze: a véglények generatio aequivoca útján keletkeznek, oszlás, sarjadzás és peték által szaporodnak, némelyek elevenszülők. Azoknak, kik a hosszirányban egymást megfekvő, azaz egybekelésben levő ázalékállatkákat oszlófélben levőknek tartották, a véglényeket következetesen hermafroditáknak kellett tekinteniök. Ezen felfogást tudtommal SPALLANZANI mondta ki először határozottan: «Piu animali infusori sono ovipari; alecuni vivipari: tutti nel senso piu stretto ermafroditi»[1] EHRENBERG is osztozott benne.

Mielőtt LINNÉ a binaris nomenklaturát megalapította, s ez a leíró természettudományokban általánosan használatos lett, az egyes véglényalakokat vagy egyszerűen körülírták, vagy pedig önkényűleg választott, a mai szisztematikusnak fülét sértő külön nevekkel jelölték. Ilyenek pl. JOBLOTNÁL: *Carnemuse (= Kolpoda Cucullus), Ovale (= Glaucoma scintillans), Poule hupée* (= egybekelt *Oxytrichaféle), Navette de Tisseraud (= Oxytricha sp.)* stb.; TREMBLEY-nél: *Polipes à bouquet* (= telepeket alkotó *Vorticellafélék), Polype en entonnoir (= Stentor)*; GLEICHENNÉL: *Jeu de nature, trembleur, petit trait (= Monas), flamme, informe (= Amœba), pantouffle (= Paramecium Aurelia), pendeloque (= Kolpoda Cucullus), cloche (= Vorticella)*; EICHHORN-nál: *Baum (= Carchesium polypinum), Wasser-Schwan (= Lacrymaria Olor), Trompeten-Thier* és *Wasser-Krucken (= Stentor), Mauer-Seege (= Stylonychia Mytilus), Stern (= Actinosphærium Eichhornii)* stb.

HILL volt az első, ki 1751-ben a véglényeket, melyeknek ismerete ez időben már mintegy 50 fajra terjedt, rendszerbe foglalta. Ő az állatocskákat (Animalcula), ez elnevezésen véglényeket, ondótestecskéket, kerékállatkákat s több más apró állatocskákat értvén, külön állatosztály képviselőinek tekintette, s három csoportba osztotta: 1. tagnélküliek, *Gymnica*, 2. farkkal bírók, *Cercaria*, 3. tagokkal bírók, *Arthronia*. LINNÉ a Systema Naturæ 1758-beli X. kiadásában az állatország zárkövét képező állatnövények *(Zoophyta)* rendében először vett fel néhány véglényt, t. i. 8 *Vorticellafélét*, melyek közül 7-et, követve TREMBLEY-t, RÉAUMUR-t s ROESEL-t s általában az akkori felfogást, a *Hydra*-nemmel egyesített, egyet pedig, a *Carchesium polypinumot*, a *Sertularia* nembe sorolt; ugyancsak a *Hydrával* egyesítette a BAKER, ROESEL, főleg pedig TREMBLEY vizsgálatai után ismeretes *Stentor polymorphust*; felvette továbbá még a *Volvox Globatort*; az összes többi véglényeket pedig egy, az akkori zavaros fogalmakat kitünően jellemző geniális kifejezéssel, *Volvox Chaos* név alatt foglalta össze. A Syst. Naturæ XII. kiadásában (1767) a *Vorticellaféléket*, melyek LINNÉ szerint a *Hydráktól* azon örvény* által különböznek, melyet virágszerű harang-

egészen kiképezve bennfoglaltatnak, s hogy a parányiságuk miatt láthatatlan nemzedékek végtelen sora mintegy egymásba van skatulyázva s bizonyos nagyságot elérve az anyai testet végre egymás után elhagyja. Ezen elméletet, bármily kalandosnak látszik is a WOLFF megállapította mai kifejlődéstanba beavatottnak, a múlt század legnagyobb fiziologja, HALLER ALBRECHT is elfogadta, sőt mint MILNE-EDWARDS megjegyzi, maga CUVIER is ezen nézetet tartotta a számos fejlődéstani hipotézis között a legvalószinűbbnek. (Leçons sur la Physiologie etc. VIII. 247.)

[1] 217—218.

[2] 68. t. 9.

[1] Op. cit. 195.

* Vortex, innét Vorticella FÖLDI Jánosnál Örvényke. — Én az örvényke elnevezést, MARGÓT követve, a Turbellafélékre használom.

jaik kitárása alatt a vízben előidéznek, már elválasztotta a *Hydra-nemtől*, melynél a véglények közűl csak a *Stentor polymorphust (Hydra Stentoria L.)* hagyta, s külön nembe foglalta, melynek 14 faja közűl azonban csak 9 a *Vorticellaféle* (a mai *Vorticella, Zoothamnion, Carchesium, Epistylis és Opercularia* nemek képviselői); a *Vorticella Encrinus (= Pentacrinus Caput Medusæ)* ellenben a Crinoidokhoz, a *Vorticella urceolaris (= Brachionus urceolaris)* a kerékállatkákhoz, a *Vorticella stellata* pedig nyilván a Hydroidokhoz tartozik; a *Vorticella ovifera* végre egy leirása után egészen felismerhetetlen amerikai tengerfenéki szervezet (talán szintén Crinoid?). A *Volvox*-nembe a *Volvox Globatorral* két Ctenophor, a *Volvox Beroë (= Beroë ovata)* és *Volvox bicaudata (= Cydippe Pileus)* van egyesítve, s továbbá *Volvox dimidiatus* elnevezés alatt egy a békaálczák és Tritonok farkán gyakori élősdi, mely kétségkívül nem egyéb, mint egy peritrich ázalékállatka, a *Trichodina Pediculus*. A *Chaost* végre a XII-ik kiadásban külön nem rangjára emelte LINNÉ. «Ezen legutolsó nem, — mondja MÜLLER F. L. STATIUS, LINNÉ német kiadója,[1] — oly teremtményeket tartalmaz, melyeket a mikroszkopon át különböző vizekben és nedvességekben sajátságos mozgással lehet úszni látni, s melyekről alig lehet tudhatni, hogy mit tartsunk felőlök. A lovag ezen nemet *Chaosnak* nevezi, vagy azért, mert a zűrzavar chaoszát látja bennök, vagy pedig azért, mert valamely ősanyagnak tekinti, melyből további képződmények fejlődnek.» Ezen *Chaós*-nembe LINNÉ a következő fajokat sorolja: 1. *Chaos redivivum (= Angvillula aceti et Angvillula tritici)*, 2. *Chaos Proteus (= Amoeba diffluens)*, 3. *Chaos fungorum*, mely elnevezés alatt a báró MÜNCHHAUSEN által gombaázalékokban nevelt Monádok értendők, melyeket MÜNCHHAUSEN a gombák állati életre ébredt magvainak tekintett. «A lovag erre ezen megjegyzést teszi: hogy valamint a állatnövények átváltozás útján a növényországból az állatországba mennek át, hasonló módon mennek át a gombák az állatországból a növényországba».[2] ROOS JÁNOS KÁROLY, LINNÉ tanítványa pedig nagynevű tanárának elnöklete alatt előadott doktori értekezésében ugyancsak a MÜNCHHAUSEN-féle észleletek megbeszélésénél így kiált fel: «*Quæstio jam oritur, utrum Fungi ad vegetabilia, an vero ad animalia referri debeant? vel etiam an novum formari debeat regnum naturæ, quod neutrum seu chaoticum vocetur?*»[1] 4. *Chaos Ustilago*, a gabonaüszög: «Ezen por egy ideig meleg vízben áztatva, MÜNCHHAUSEN úr vizsgálatai szerint, hosszúdad átlátszó állatocskákká változik, melyek, mint a halak a vízben, játszadoznak, ha a nagyítóüveg alatt nézzük».[2] Végre 5. *Chaos infusorium*, mely alatt az összes többi véglények értendők s melyhez LINNÉ, mint már fennebb említém, még bizonyos betegségeket, erjedést és rothadást létrehozó hipotetikus lényeket sorolt.

[1] Op. cit. VI. 917.
[2] Op. cit. 921.

Ezen első rendszertani kisérletet, mely a Chaos ködében foszlik szét, jelentőségére nézve messze túlhaladta a már sokszor említett kitünő dán tudós, MÜLLER OTTÓ FRIGYES, a véglényeknek 20 évnél többre terjedő tanulmányozásán alapuló rendszeres feldolgozásával. A véglények *valódi Linnéje* nem LINNÉ volt, hanem MÜLLER O. FR. «Ha megfontoljuk, mily kevés használható előmunkálatra támaszkodhatott MÜLLER, — mondja STEIN[3] — s mily tökéletlenek voltak azon eszközök, melyekkel vizsgálatait végezte, úgy az ő működését igen magasra kell becsülnünk. MÜLLER volt mindenesetre az ázalékállatkákat tárgyaló tudomány területén az első korszakot alkotó író, neki köszönjük azon alapokat, melyeken ezen állattani disczíplinának egész épülete nyugszik. Az ázalékállatkák valódi természetébe való bepillantást az akkori optikai segédeszközökkel természetesen nem lehetett elérni; ezért MÜLLER-nek ezen állatok tulajdonképeni szervezetéről, táplálkozásáról, szaporodásáról s fejlődéséről való összes nézetei felette elégtelenek s többnyire tévesek.»

Miután MÜLLER nézetét a véglények szervezeti és szaporodási viszonyairól a fentebbiekben alkalmam volt már tárgyalhatni, e helyen csupán rendszeréről akarok megemlékezni.

Ismeretes, hogy LINNÉ, szemlátomást a népies felfogást követve, mindazon gerincztelen állatokat, melyek nem Arthropodok, azaz LINNÉ szerint nem rovarok (Insecta), rendszerének VI, azaz a férgek (Vermes) osztályába sorolta, azon állatcsoportba, mely tagadhatatlanúl még mai nap is oly állatok tarka keveréke, melyek némelyikét egymással csupán negativ jegyek kapcsolnak össze.* MÜLLER, LINNÉ-t

[1] ROOS J. C., Dissertatio academica Mundum invisibilem breviter delineatura. Upsaliae 1767. 12.
[2] Op. cit. 922.
[3] STEIN, I. 2.
* Be kell vallanunk, hogy a férgek körének mai körülírása sem sokkal preczizebb, mint a MÜLLERÉ: «Vermis

követve, az ázalékállatkákat szintén a féregosztályba sorolta, mint ennek külön rendét, melyet kortársainál valamivel szorosabban írt ugyan körül, mindemellett egyes Diatomeákkal s Desmidiaceákkal, a Volvocineák — s egyéb Flagellátokkal, Schizomycetekkel, Rhizopodokkal és Ciliatokkal együtt a kerékállatkákat, Cercariákat és Angvillulaféléket, sőt egy fiatal Bryozoumot (*Leucophra heteroclisa* = *Crystatella Mucedo*) is felvett ázalékállatkái közé, melyeket szervezetök szerint két csoportra osztott. U. m. 1. *Infusoria* (sensu strictiori), fegyverzett szemmel is igen parányiaknak látszó, az ondóban élőkkel legközelebb rokon, egynemű, nyálkás s minden megkülönböztethető szerv nélküli állatocskák; 2. *Bullaria*, szintén legnagyobbrészt mikroszkópi, különnemű, belső és külső szervekkel ellátott vízi állatocskák.[1] Az első csoportban 10 génuszt (Crassiuscula: *Monas, Proteus, Volvox, Enchelys, Vibrio*, — Membranacea: *Cyclidium, Paramecium, Kolpoda, Gónium, Bursaria*), a másikban pedig 7-et, (Nuda: *Cercaria, Trichoda, Kerona, Himantopus, Leucophra, Vorticella*,[2] — Testa tecta: *Brachionus*); összesen tehát 17 génuszt s mindössze 378 spéczieszt különböztetett meg. Valamennyi génusz közűl csupán az utolsó, a *Brachionus*, mely tisztán csak kerékállatkákat foglal magában, felel meg természetes csoportnak; s egy futólagos megjegyzésből, mely szerint a *Brachionus* a *Bullariumok* legtökéletesebb képviselője,[3] arra lehet következtetni, hogy már Müller hajlandó volt az aránylag magas szervezetű kerékállatkákat a szoros értelemben vett ázalékállatkáktól egészen elválasztani, miben talán csak munkájának teljes átdolgozása előtt bekövetkezett halála akadályozta meg. Müller-nek valamennyi többi génusza ellenben többé-kevésbbé együvé nem tartozó elemek tarka keveréke; így pl. *Vibrio* génuszában *Schizomycetek, Diatomeák*, a *Desmidiaceák* egy képviselője (*Vibrio Lunula* = *Closterium Lunula*) s *Angvillulafélék* vannak számos *Enchelysfélével* és *Trachelíusfélével* egyesítve.

A mi Müller munkáját a véglények ismeretére oly nagyfontosságúvá tette, az, felfogásom szerint, a nagyszámú alakoknak, a mennyire csak nagyítói engedték, pontos és részletes, továbbá minden fantáziától ment józan és lelkiismeretes leirás. — «*Nihil facilius quam animalcula videre, eorumque motu et ludo delectari, differentias vero in bestiolis simplicissimis, agilissimis, mutabilibus, in area minimi campi paucissimis luminis radiis illustrati conspectum omni momento effugientibus, percipere, perceptas variosque cujusvis motus verbis significantibus exprimere, hic labor, hoc opus.*»[1] Ezen nehéz feladat megoldása Müller-nek mesterileg sikerült mintaszerű monografiájában, melynek becsét s használhetőségét még különösen emeli a fivére Müller C. F. rajzolta és metszette 30 igen tiszta kivitelű, remek tábla, mely a leírt állatocskákról ritka hűséggel adja vissza mindazt, a mit Müller látott és, — a mi bizonyára nem utolsó érdeme, — soha sem többet, mint a mennyit nagyítóival láthatott.

Müller munkája az első száz évnek, mely a véglények felfedezése óta legördült, valóban méltó zárkövét képezi. A nagyrészt terv nélkűl, kapkodva gyűjtött s fantasztikus spekulácziókkal eltorzított töredékes adatok, melyek a Müller fellépése előtti időt jellemzik, nem elégíthették többé ki sem a szervezeteket minden irányban tanulmányozó biológot, sem pedig a természettudományoknak azon időben oly túlnyomó számú egyoldalú mívelőit, kik, a nagy Linné úttörő munkájának czélját merőben félreismerve, a tudomány egyedűli feladatát az alakok ismertető jegyeinek registrálásában, körűlíró katalogusok szerkesztésében keresték. Müller munkájában mind a biológ, mind a szisztematikus megtalálta azon alapot, mely a továbbépitést lehetővé tette; s 50 éven keresztűl, egész Ehrenberg felléptéséig, úgyszólván az egyedűli alapmunka maradt, melynek rendszertani részét Gmelin a Linné természetrendszerének XIII. kiadásába (1788) bevevén, ebből pedig számos kézikönyvbe átvétetvén, csakhamar széleskörű elterjedésben részesült.

A Müller és Ehrenberg közötti időben az alakok ismeretét több búvár szélesbíttette, kik között az első hely kétségkívül Schrank P. Ferencz landshuti egyetemi tanárt illeti meg, ki Bajorország faunáját tárgyaló munkájában[2] számos új alakot pontosan írt le. Az alakok ismeretének szélesbitésére irányúló törekvéseknél azonban sokkal fontosabbak

omne animans, quod nec inter Mammalia, Aves, Amphibia, Pisces, nec inter Insecta locum obtinet.» (Vermium etc. historia. Havniae et Lipsiae. 1773. Vol. imi pars ima. Praefatio.)

[1] Op. cit. p. VIII.

[2] Ib. XXVI.

[3] Ib. 333.

[1] J b. p. XVIII—XIX.

[2] Fauna boica. 1798—1803.

azok, melyek a véglények szervezetének értékét igyekeztek tisztázni s ezzel az *ázalékállatkák* (Infusoria) gyűjtőnéven összefoglalt szervezetek természetesebb csoportosítására egyengették az útat.

Müller maga, úgy mint elődei és kortársai, az ázalékállatkák csoportjának körülírásánál a termetre és nagyságra fektetvén a fősúlyt, kénytelen volt az egynemű nyálkás állományból álló, szorosabb értelemben vett ázalékállatkákat az elkülönült szervekkel ellátott Bulláriákkal egyesíteni. Ezen sarkalatos hibát, mely következményeiben a vélemények szervezetének megértésére oly végzetes volt, s Ehrenberg felfogására is lényegesen befolyt s őt a téves felfogások útvesztőjébe vezette, a mély belátású Lamarck ismerte föl először s már 1809-ben «Philosophie Zoologique»-jében [1] elválasztá a Bulláriákat az Infusoriumoktól s «*Polypes ciliés*» elnevezéssel a Polypok osztályába, azaz a Bryozoákkal együtt a mai nap az űrbelűek közé sorolt Anthozoumok és Hydroidok mellé iktatá. Ugyanígy találjuk elválasztva a Bulláriákat az az Infusoriumoktól Lamarcknak a gerincztelen állatokat tárgyaló nagyfontosságú munkájában is.[2] Valamint azonban Müller Bulláriái, úgy Lamarck csillószőrös Polypjai sem képeznek természetes csoportot, a mennyiben a kerékállatkákkal együtt az összes azon időben ismert peritrich ázalékállatkák, továbbá *Stentor-* és *Bursariafélék* egy kalap alá vannak foglalva; de mindennek daczára nagy jelentőségű ezen kettéválasztás, a mennyiben azon fontos tényállásnak felismerésén alapszik, hogy a szervezetek legalsó lépcsőjét oly egyszerű lények foglalják el, melyek a magasabb állatokéival homolog szervekkel nincsenek ellátva, s hogy az élő lények lánczolata lépésről-lépésre egyszerűsül s oly alakokkal végződik, melyekben mintegy az egyszerűség ideálja van megtestesűlve.

Ezen emelkedett természetnézetet, melyet már a nagy Aristoteles hirdetett s melyhez Linné, Pallas s több nagynevű természetbúvár csatlakozott, a legkisebb lényeknek Lamarck végezte szorosabb körűlírása úgy látszott szilárd alapokra fektette, s a jelen század elején, különösen miután azt Gruithuisen, Treviranus, Schweigger, Oken és Cuvier is elfogadta, s miután Dutrochet 1812-ben a kerékállatkák aránylag magas szervezeti viszonyait tüzetesebben mutatta ki, általánosan elterjedt. Ezen tan szerint az Infusoriumok — Cuvier szavait [1] használva, — a legegyszerűbb, nyálkástestű állatok, melyeknek belső szervei nincsenek s gyakran még szájok is hiányzik.

Bory de Saint-Vincent, ki 25 év alatt gyűjtött s részletekben elég gazdag, de nem mindig megbízható észleleteinek eredményét 1826-ban az «Encyclopédie methodique» és «Dictionnaire classique d' histoire naturelle» hasábjaiban tette le, ismét a Müller-féle felfogás felé hajlik, s a «*Microscopiques*» névvel jelölt lényeknél, — mely elnevezés alatt a telepeket alkotó *Vorticella-* s *Monasfélék*, valamint a *Diatomeák* kizárásával, ugyanazon terjedelemben foglalja közös csoportba az ázalékállatkákat, kerékállatkákat, Cercariákat és Spermatozoumokat, mint Müller, — magas és egyszerű szervezetű mikroszkópi lényeket különböztet meg. Amazokat a *kerékállatkák* képviselik, az utóbbiakat a többi mikroszkópi lények, melyeknek teste látszólag egynemű ugyan, mindamellett azonban nem tartja lehetetlennek, hogy ezek is el vannak látva elkülönített szervekkel, melyek csupán nagy átlátszóságuk miatt nem vehetők ki. Bory de Saint-Vincent a mikroszkópi lényeknek egészen önálló, új osztályozását is megkísértette, melynek azonban mai nap csakis historiai becse van. Ezen osztályozás [2] 5 rendben (*Gymnodés, Trichodés, Stomoblépharés, Rotifères, Crustodés*) 17 családot (*Monadaires, Pandorinées, Volvociens, Kolpodienées, Bursariées, Vibrianides, Cercariées, Urodiées, Polytriquées, Mystacinées, Urodées, Urcéolariées, Thikidées, Rotifères, Brachionides, Gymnostomées, Citharoïdées*) s 82 nemet különböztet meg; a leírt új fajok közül azonban csak kevés állja ki a kritikát, a «Dict. classique»-hez mellékelt rajzok pedig legnagyobb részt nem egyebek, mint Müller rajzainak kópiái. Említém már, hogy Bory de Saint-Vincent a telepeket képező *Vorticella-* és *Monadféléket* (Anthophysa), valamint a *Diatomeákat* nem osztotta be a *Microscopiques* névvel jelelt lények közé; ezeket ugyanis az Anthozoumok, Hydroidok, Bryozoumok, Spongiák s a moszatok egy részével együtt, a két szerves országot összekapcsoló külön közvetítő országba, a *Règne psychodiaire*-be osztotta be, mely harmadik szerves országra alább még viszszatérek.

[1] Zoologische Philosophie von Jean Lamarck. Aus dem französischen übers. von Arnold Lang. Jena 1876. p. 149—151.

[2] Histoire naturelle des animaux sans vértébres. I—II.

[1] Règne animal 1817.

[2] Dictionnaire classique d'histoire naturelle. X. 533.

MÁSODIK IDŐSZAK.

Ehrenberg és Dujardin kora.

Az előbbiekben megkísértettem lehetőleg híven ecsetelni a véglények ismeretének azon idő előtti álláspontját, melyben Ehrenberg Keresztély Gottfried (1795—1876) korszakot alkotó működését megkezdette, s az újabb idő tetemesen tökéletesített nagyítókészülékeinek segélyével, évek hosszú során át csendes berlini dolgozóasztalánál, Lybia tikkasztó ege alatt, a Vörös-tenger sivár partjain s Szibiria zordon pusztáin egyaránt csüggedetlen kitartással fáradozott a láthatatlan világ titkainak kifürkészésén, melynek eredményei az 1838-ban «*Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur*» czím alatt megjelent, 64 remek rézmetszetű s színezett folio táblával illusztrált, monumentális díszműben vannak letéve.

«*A vizsgálandó tárgyaknak csupán pontos részletismerete* (Spetialkenntniss) *vezethet eredményekre, a mi magából a természetből s nem könyvekből sajátítható el, — ez képezi szükségképi tervét a természethistoriával való foglalkozásomnak.*»[1] A mély gondolkozású búvárt jellemző s minden valódi természettudóstól követendő ezen irányelvéhez híven, Ehrenberg önállóan átkutatta az ázalékállatkák egész területét, s búvárlatának meglepő főbb eredményeit már 1830-ban közölheté a berlini akadémiával, egész terjedelmében pedig 8 évvel később az összes ázalékállatkákról, illetőleg összes véglényekről írt s idézett monumentális munkájában.

Ehrenberg búvárkodásának súlypontját az ázalékállatkák szervezetének kifürkészésére irányozá. — Miként a fennetebbiekben alkalmam volt kifejteni, Ehrenberg fellépése idejében a legilletékesebb természettudósok az ázalékállatkák elnevezése alatt összefoglalt parányi lényeket, szervezetöket tekintve, két csoportba foglalták, melyeknek egyikébe elkülönült szervűek tartoznak, — ezek a *kerékállatkák;* másikába pedig elkülönült szervek nélküli, élő nyálkából álló lények, — a szorosabb értelemben vett *ázalékállatkák.* Ehrenberg ezen két csoportot, mint az állatország két külön osztályát, szintén megkülönbözteti, a különbséget azonban nem a magasabb állatokéval megegyező szervek jelenlétében, illetőleg hiányában, hanem a két csoport képviselőinél való különböző voltában keresi. Azon veszélyes szirtet, melyen az ázalékállatkák szervezetére irányúló búvárlatok ismételten hajótörést szenvedtek, Ehrenberg sem hajózhatta szerencsésen körül. A kerékállatkáknak aránylag magas szervezeti viszonyait, melyekről már Lamarck-nak, sőt Müller-nek is volt homályos fogalma, s melyeket Dutrochet pontosabban kifürkészett, Ehrenberg igen részletes és nagyfontosságú, részben mai nap sem túl szárnyalt tanulmányaival minden kétség fölé emelte, s az elért sikertől elragadtatva, analog szerveket keresett s akart találni az ázalékállatkák másik csoportjánál is, s azokat meg is találta. Mivel pedig már a tiszta indukczió útjáról letévedve, sikamlós lejtőre jutott, feltartóztathatatlanúl ragadta magával fantáziája, s ezentúl, fájdalom, miként a «*Journal des Scavans*» szerkesztői a régiekről mondják, inkább kitalálni, mint meglátni, akarta a dolgok lényegét, minek következtében számos, s épen a legfontosabb részletre az ellenkezője áll annak, mit vizsgálatainak s közléseinek jellemzésére mond: «*Törekvésemet s büszkeségemet abba helyeztem, hogy, a mennyire lehet, sehol se lássak és adjak elő túlságos sokat, hanem inkább mindenütt túlságos keveset*».[1]

[1] Flora. Regensburg. 1820. p. 535.

[1] XIV.

Hogy lelkiismeretes s avatott búvároknak tévedései, mint az erjedéstől előidézett fermentumok gyakran éltetőn s tisztázóan hatnak a tudományra, ezt a történet számos példával bizonyítja; teljes mértékben áll ez EHRENBERG-nek egészben ugyan téves, de bizonyos tekintetben mégis tagadhatatlanúl az igazság magvát magában rejtő felfogásáról, mely míg egyrészt a biológia egyik legérdekesebb fejezetét képezi, másrészt hatalmas impulzust adott arra, hogy az ő nyomdokaiba lépő elfogulatlan búvárok, a mester tévedéseit kifürkészve s gondosan kikerülve, a valót megközelítsék. Nem szenved semmi kétséget, hogy EHRENBERG vas szorgalma nélkül a véglénytan nem juthatott volna a jelenlegi, aránylag magas tökéletesség fokára; s csakis az vethet némi árnyékot EHRENBERG nagyságára, hogy kedvelt eszméjétől, melyet a tudományos világ egy ideig páratlan lelkesedéssel karolt fel és tapsolt meg, az ellene nyilatkozó nyomatékos érvekkel szemben nem tudott, később pedig, életének alkonyán, az aggkor makacsságával, mintha nem is akart volna többé megválni s időről-időre féltékenyen s növekvő izgatottsággal utasított vissza minden ellenérvet..... Noli turbare circulos meos!

EHRENBERG tanának alapkövét azon tétel képezi, hogy a már ARISTOTELES-től hirdetett bölcselői felfogás, hogy a szervezetek sorozata fokozatosan egyszerüsül s a legegyszerűbb szervezetü lényekkel végződik, merőben téves; hogy ellenkezőleg, az felel meg a valónak, hogy még a fegyverzett szemmel való látás végső határain álló lényeknél is megfelelő kifejlődött szervek s szervrendszerek fordúlnak elő, mint a legmagasabbaknál, s e tekintetben az ember és a legparányibb *Monas* között nincs különbség. Az ázalékállatkák mind magas szervezetü valódi állatok, melyek két természetes állatosztályt képeznek, t. i. *a kerékállatkákét (Rotatoria, Räderthiere)* s a *gyomorállatokét (Polygastrica, Magenthiere)*. Az utóbbiak, melyek itt egyedül érdekelnek, következőleg állíthatók szembe a többi állatosztályokkal.* A gyomorállatkák *szivóférgek* sok gyomorral, önoszlással és sarjadzással; *laposférgek* sok gyomorral és sarjadzással; *Meduzák* sok gyomorral, önoszlással vagy sarjadzással; *kerékállatok* sok gyomorral, sarjadzással vagy oszlással; *örvényférgek* sok gyomorral és sarjadzással, látszólagos izeltség (Scheingliederung) nélkül; *fonálférgek* sarjadzással vagy látszólagos izeltséggel (?) s egyesült kettős ivarral; *gyűrűférgek* (Naïdina) izeltség és pulzus nélkül; *csigák* szív nélkül s önoszlással; *rovarok* izeltség s edénylüktetés nélkül, egyesült kettős ivarral, sarjadzással és önoszlással; *halak* gerinczvelő és szív nélkül, sok gyomorral, egyesült kettős ivarral sarjadzással vagy önoszlással.[1] Ezen sajátságos parallelából legjobban kivehető, mily magas s összetett szervezetet tulajdonított EHRENBERG az ázalékállatkáknak.

EHRENBERG az ázalékállatkák fő csoportosításában s a csoport terjedelmének körülirásában egészben véve MÜLLER-re támaszkodott. Az utóbbi is felismerte már a *kerékállatkák* (Bullariumainak egy része) s a szoros értelemben vett *ázalékállatkák* közötti különbségeket; EHRENBERG tökéletesb optikai készülékeivel végzett saját tanulmányaira, meg DUTROCHET-éire támaszkodva, élesebben ismerte fel a szervezeti különbségeket s a két csoportot két különböző állatosztály *(Rotatoria, Polygastrica)* rangjára emelte. A MÜLLER szoros értelemben vett ázalékállatkáinak megfelelő gyomorállatkái közül egészen kiküszöbölte azt a néhány kerékállatkát, melyeket MÜLLER-nek *Cercaria*- és *Trichoda*-neme tartalmaz; MÜLLER chaoszszerű *Vorticella*-nemének azon képviselőit pedig, melyek a mai felfogás szerint részint a *Cilioflagellátok*, részint a *Ciliátok* és *Acinetafélék* közé osztandók be, kiválasztotta az ugyanezen nembe foglalt számos

* EHRENBERG állatrendszere. 1835.

I. Myeloneura Középponti idegrendszerüket agy- s gerinczvelő képviseli.
- 1. *Nutrientia*, fiaikat táplálják. (Mammalia, Aves.)
- 2. *Orphanozoa*, « nem « (Reptilia, Pisces.)

II. Ganglioneura. Középponti idegrendszeröket duczok képviselik.
- 1. *Sphygmozoa* s. *Cordata*. Szívvel vagy lüktetőedényekkel.
  - *a)* *Articulata*. Izelt testtel és duczrendszerrel. A mai értelemben vett Arthropodok és Annelidek.
  - *b)* *Mollusca*. Izeletlen testtel és dúczrendszerrel. A mai terjedelemben vett lágytestűek.
- 2. *Asphycta* s. *Vasculosa*. Szív nélkül, edényekkel.
  - *α)* *Tubulata*. Izeletlen testtel, belük egyszerű cső vagy zacskó. Bryozoa. Polypi (pro parte) Vermes (pro parte) Echinodermata (pro parte).
  - *β)* *Racemifera*. Izeletlen testtel, belök osztott, villaszerű vagy elágazó. Asteridæ. Medusæ. Anthozoa. Trematoda. Cestoda. Turbellaria. Rotatoria. Polygastrica.

Conf. CARUS, Gesch. d. Zoologie p. 671.

[1] p. *.

kerékállatka közül s megfelelő helyöket a gyomorállatkák osztályában jelölte ki. Kiküszöbölte továbbá a Bryozoumokhoz tartozó *Leucophra heteroclitát*, valamint a MÜLLER-től a *Cercaria* nembe foglalt ondótestecskéket s a Distomafélék álczáit, a tulajdonképi *Cercariákat* s végre a *Vibrio*-nembe foglalt Angvillulaféléket. Ellenben, MÜLLER-t követve, ő is felvette gyomorállatkái közé a *Schizomycetek* egy részét (*Vibrionia*), továbbá összes levélzöld-nélküli és levélzöldet tartalmazó *Flagellátokat*; végre számos, illetékes szaktársának azon véleménye ellenében, hogy ezen szervezetek a növényországba tartoznak (AGARDH, DE CANDOLLE, FRIES, GRUITHUISEN, HOOKER, KÜTZING, MEYEN, MORREN, NEES VON EESENBECK, TURPIN, TREVIRANUS stb.), a *Closterinákat* s a *Diatomeákkal* egyesített többi *Desmidiaceákat* (= *Bacillaria* Ehbg); ez utóbbiak közé sorozá, függelék gyanánt, az *Acinetafélék* egy részét is (*Acineta Lyngbeyei*, *A. tuberosa*, *A. mystacina*), míg a *Podophrya fixát* az *Actinophrys* és *Trichodiscus* mellé az *Enchelysfélék* közé iktatá. A *Rhizopodok* közül aránylag keveset írt le EHRENBERG nagy munkájában; mindössze néhány *Amoeba*-fajt, mint egy külön családnak, az *Amoebafélék* családjának, továbbá néhány *Arcella* és *Difflugia*-fajt, mint az *Arcellafélék* családjának képviselőit; továbbá néhány *Heliozoumot* az *Actinophrys* és *Trichodiscus* nembe foglalva, melyeket a *Podophrya fixa* kivételével csupán holotrich ázalékállatkákat tartalmazó *Enchelysfélék* családjába osztotta be. A *Polythalamiumokról* EHRENBERG azt vélte, hogy a *Bryozoumokkal* rokonságban állanak; a *Radiolárokat* (= Polycystina Ehbg.) végre, melyeket csupán élő és kihalt fajok kovapánczélai után ismert, majd a *Polygastricumokkal* rokon csoport (1838), majd ismét egy külön állatosztály képviselőinek tekintette.*

Miként ismereteink jelenlegi állása mellett bizonyossággal állítható, ezen szervezetökre igen lényegesen különböző véglények, EHRENBERG felfogása szerint, parányiságuk mellett is magosan kifejlődött s egyöntetü jellemző szervezettel vannak ellátva, melyet a következő rövid képben megkisérlek vázolni.

EHRENBERG-et vizsgálatai mindjárt kezdetben az ázalékállatkák bonyolódott szerkezetü táplálkozó szerveinek feltevésére terelték, s az elért, helyesnek tartott eredmények tovább vezették őt a magasabb állatoknál előforduló egyéb szervek keresésére, végre pedig a magas szervezetet hirdető tannak tagadhatatlanúl mesteri kifejtésére. EHRENBERG éles megfigyelését nem kerülhette ki MÜLLER-nek azon sarkalatos tévedése, hogy az ázalékállatkák egyáltalában nem vesznek magukhoz szilárd táplálékot; a nagyobb ázalékállatkák belsejében könnyen megkülönböztethetők az elnyelt idegen testek s kevés béketüréssel a nyelés aktusa is megfigyelhető. EHRENBERG nem csupán a nyelést s a különböző szerkezetü garatot, hanem, mint előtte már GLEICHEN, az emészthetetlen táplálékalkatrészek kiürítését is megfigyelte s azon eredményre jutott, hogy az alfelnyilás majd öszszeesik a szájjal, majd ismét tőle kisebb-nagyobb távolságban, néha épen a test ellenkező részén, foglal helyet. Feltünt továbbá EHRENBERG-nek, hogy a táplálékalkatrészek, a szájtól az alfelnyilásig való haladásuk közben, bizonyos szabályos pályát irnak le, mely néha egyenes, máskor pörgén csavart, vagy patkóalakúlag hajlott. Ha van szájnyilás, néha még jól megkülönböztethető, s finomabb szerkezetére igen különböző garat s többnyire külön alfelnyilás is, melyhez az emészthetlen alkatrészek bizonyos szabályos lefutású pályán jutnak, vajjon nem valószinű-e, hogy az épen említett pálya lefutásában, finomsága miatt közvetetlenül ki nem vehető bélrészlet is van, mely a szájat, illetőleg a garatot az alfelnyilással összeköti? Ezen kérdést állította fel magának EHRENBERG s oly módszert keresett, melylyel azt megoldhassa, azaz a láthatatlan bélcsatornát láthatóvá tegye. A sikerrel kináló módszert kitalálta már előtte GLEICHEN, ki ázalékállatkáit (12. l.) karminnal etette. Ezen módszert alkalmazva, azt találta EHRENBERG, hogy a karmin-, indigó-, vagy egyéb festékszemecskék, melyeken az ázalékállatkák mohón kapnak, a szájon, illetőleg a garaton át a test belsejébe habartatva, gömbölyüded üröcskéket töltenek ki, melyeket már GLEICHEN is látott és megfoghatatlan módon az ázalékállatkák megfestődött petéinek tartott; a nyelés pillanatában gyakran egészen világosan kivehető a szájon, illetőleg a garaton túl azon csőszerü pálya, melyen át a színes szemecskék az épen említett gömbölyüded üröcskékbe jutnak, ez utóbbiak pedig azon szabályos pálya mentében vannak elhelyezve, mely a szájtól az alfelnyilásig húzódik. A karmin-etetés útján nyert részleteket EHRENBERG a következő módon igyekezett teljes képpé kiegészíteni: azon gömbölyüded üröcskék, melyekbe az elnyelt táplálék jut, nem egyebek, mint megannyi (egész 200) hártyás falu, præformált gyomrok (Magenbläschen

* A DUFOUR LÉON-tól 1826-ban (Annales des Sciences naturelles t. VIII.) először leírt *Gregarinaféléket*, melyek azon időben általában férgeknek tartattak, EHRENBERG egészen figyelmen kívül hagyta.

Magenzellen, Speisebeuteln), melyek midőn üresek s összelohadtak, végtelen finomságuk miatt ki nem vehetők s csak megteléskor lesznek láthatókká. Ily nagyszámú apró gyomor valamennyi ázalékállatnál előfordúl, ezért nevezte el EHRENBERG sokgyomrú- vagy gyomorállatkáknak (Polygastrica, Magenthiere). Az emésztő készülék egyéb részleteit tekintve, lényeges, különbség van a gyomorállatkák közt; ezek egyik részénél ugyanis (*bélnélküliek, Anentera*) a száj egyszersmind ürítő nyilásúl is szolgál, tulajdonképi belök nincsen, hanem nagyszámú gyomraik láthatatlan finom csövecskékkel közvetlenül a szájjal közlekednek, s e szerint egész emésztő készülékük egy ernyős virágzat alakjával bír, melyen az egyes virágok helyét a hólyagszerü gyomrok foglalják el; ezek pedig egy közös pontban egyesülő kocsányaikkal, a láthatatlan finom csövekkel, a szájból indulnak ki. A gyomorállatkák másik főcsoportjának ellenben, finomsága miatt csupán nyeléskor kivehető, majd egyenes (*Orthocoela*), majd pörgén csavarodott (*Campylocoela*), majd patkóalakulag visszahajló (*Cyclocoela*) külön bélcsővük van (*béllelbirók, Enterodela*), mely majd külön alfellel nyilik (*Ortho- és Campylocoela*), majd ismét a szájhoz visszavezet (*Cyclocoela*) s ezen, mint a bogyók az egyszerü fürtön, úgy lógnak egész lefutásában az elnyelt tápláléktól egymásután paszszirozott hólyagszerü gyomrok. A száj- és alfelnyilás helyének, valamint a száj és garat eddig egészen ismeretlen finomabb szerkezetének pontos kifürkészése EHRENBERG vizsgálatának bizonyára legfontosabb eredményei közé tartozik, mivel ezeknek ismerete nélkül az alakok tüzetes megkülönböztetése csaknem lehetetlen és számos esetben nem egyéb merő tapogatódzásnál.

Az emésztőkészülék EHRENBERG szerint, némely ázalékállatkánál emésztő váladékot szolgáltató külön szervekkel van kiegészítve. A *Nassuláknál* — mondja [1] — egy egészen új szervrendszer lett láthatóvá, mely úgy látszik több másnál is, talán valamennyi gyomorállatkánál előfordul, csakhogy kevésbbé tisztán vehető ki. Ezen szerv a *Nassuláknál* violaszínü s szemlátomást az emésztésre szolgáló, tehát az epéhez hasonló nedvnek elválasztását végezi, s a *Nassulákon* kívül, egészen így még csak a *Chilodon ornatusnál* és a *Chlamydodonnál* fordul elő; hozzá hasonló azonban a *Bursaria vernalisnál* és *Trachelius Meleagrisnél* is észleltetett, melyet a kerékállatkák gyomrán lógó, gyakran hólyagszerű mirigyekkel lehet összehasonlítani.— Az emésztő üröcskéket kitöltő színes folyadék, mely halvány rózsaszíntől violaszínen át élénk kékig, a legkülönbözőbb színárnyalatokban változik, csakugyan megvan a *Nassulináknál*, melyek gyakran ugyanazon egyénben előforduló, különböző gyengéd színek által a legpompásabb látványnyal kedveskednek; ha azonban ezen színek eredetét keressük, könnyen meggyőződhetünk arról, hogy biz' azok nem valamely külön mirigynek váladékai, hanem azon *Oscillariáktól* erednek, melyekkel ezen ázalékállatkák csaknem kizárólag táplálkoznak s melyeknek kivont festőanyaga az emésztés alatt különböző színváltozásokon megy át. Ugyanily eredete van kétségkívül a *Chlamydodon Mnemosyne* és *Bursaria vernalis* (= *Cyrtostomum leucas Stein, Frontania leucas Clap. et Lachm.*) emésztőüröcskéiben foglalt színes folyadéknak; az *Amphileptusok és Trachelius Meleagris* halvány rózsaszínü üröcskéi ellenben bizonyára lüktető üröcskéknél nem egyebek, melyeknek színtelen tartalma nem egészen achromatikus lencséken tekintve, halvány rózsaszínünek látszik.

A valónak a költöttől való ilyetén szellemes kiegészítése útján megállapított, bonyolódott emésztőkészülék, melyhez az első eszmét talán MÜLLER-nek egy oda vetett megjegyzése szolgáltatta,* EHRENBERG szerint, mint már említők, valamennyi gyomorállatkára jellemző; s ő előfordulásukat még azoknál is feltette, melyeknél, mint pl. a *Bacillariáknál, Closteriumoknál* vagy a *Vibrio*-féléknél, nyomait sem láthatta, s kibúvó ajtóul az illető szervezeteknek szerfeletti parányiságára vagy vizsgálatának hiányosságára hivatkozott. EHRENBERG gondját természetesen azon körülmény sem kerülhette ki, hogy az általa kinyitott kibúvó ajtón gyomorállatkái közé kétségkívüli könnyen becsempészhetők növények is, ezért alkalmat vesz egy helyen [1] tüzetesen tárgyalni azt, hogy miért nem tekinthetők a *Conjugaták* (*Spirogyrák, Zygnemák*) állatoknak!

Az emésztő készülék ily tökéletesnek képzelt fejlettségével megegyező, külön edényrendszer előfordu-

[1] 339.

* MÜLLER ugyanis a *Kolpoda Meleagris* (= *Amphileptus Meleagris Ehbg., Loxophyllum M. Duj.*) leírásáról ezeket mondja: «Intra utrinque lineae longitudinales subtilissimae, ac versus postica in medio sphaerulae majores tres; hae in paucioribus conspicuae forte vices stomachi aut intestini agunt, haec enim viscera, dum vacua sint, in Bullariis et Planariis minus conspicua sunt.» 100.

[1] 99.

lása sem lehetetlen, sőt valószínü, s Ehrenberg csakugyan feltette, hogy gyomorállatocskáinak, minthogy egyéb szervrendszereiknek a nagyobb állatokéival analog a fejlettségük, kell edényrendszerrel is birniok, mely azonban, ezen szervezetek parányiságával arányos végtelen finomságú, s a vér színtelensége miatt, a rendelkezésünkre álló legerősebb nagyításoknál sem vehető ki.

Ehrenberg szerint az összes gyomorállatkák, úgyszintén a kerékállatkák is, himnősek. — A nagy szorgalommal kifürkészett részleteknek egészen téves magyarázása az ivarszerveket illetőleg is oda terelte Ehrenberg-et, hogy kifejlődött iverszerveket tulajdonítson gyomorállatkáinak. A női ivarszervet valamennyi gyomorállatnál az egész testben szétosztott, nyilván hálózatot képező petefészek képviseli, mely maga, finomsága miatt, nem vehető ugyan ki, a benne képződő peték ellenben többé-kevésbbé világosan kivehetők; petéknek tekintette ugyanis Ehrenberg a protoplazma-testnek igen különböző alak- s élettani értékű záradékait: a levélzöld-gömböcskéket s a festő anyagokat általában, paramylon-testecskéket s a protoplazma szemcséit; ezen képzelt peték pedig majd az alfelnyíláson át, majd ismét az elhalt gyomorállatka testének szétfolyásakor szabadúlnak ki.

A nőinél sokkal bonyolódottabb szervezetet tulajdonít Ehrenberg a hím-ivarszervnek, mely egy vagy több heréből s egy vagy két ondóhólyagból áll.* Heréknek tekinti Ehrenberg a magokat, mely képletek általános előfordulásának kimutatása neki köszönhető. Némely *Euglenafélénél* (pl. az Euglena spirogyránál), melynek magja kikerülte figyelmét, a nagy paramylon-testeket véli a heréknek megfelelő «*mirigyes szervek*»-nek. A here, vagy herék láthatatlan finomságú vezetékekkel állanak egy, vagy több ondóhólyaggal összefüggésben, mely utóbbiak ütemesen lüktetve, a felvett ondót a peték megtermékenyítésére a testben szétosztják. Ezen sajátságos lüktető ondóhólyagok persze nem egyebek, mint az úgynevezett lüktető üröcskék, melyek általános előfordulásának kifürkészése ismét Ehrenberg érdeme. A hímivarszervek ilyetén bizarr felfogása Ehrenberg eredendő bűnében, a gyomorállatkák szervezetének a kerékállatkákéval való parallellizálásában s helylyelközzel homologizálásában leli magyarázatát. Ehrenberg ugyanis a kerékállatkák két vízedényének törzsét ondóvezetéknek, mellső testvégi gomolyos végeit heréknek, a lüktető hólyagot pedig, melybe a vízedények nyilnak s mely tartalmát időnkint lüktetve a kloakán át kiüríti, ondóhólyagnak tartotta s hamis homologiákra támaszkodva, jutott azután a gyomorállatkák hím ivarszerveinek fennebbi csodálatos magyarázatára.

A viszonyossági szervek a fenntartási szervekkel megegyezőleg hasonlóképen magas elkülönüleseket mutatnak. A gyomorállatkák külső ingerek iránt legkevésbbé sem közönyösek. Hőmérséki változásokra, idegen testek érintésére épen úgy reágálnak, tehát érzékenyek, mint a magasabb állatok; csillószőreikkel s fonalas ormányaikkal (azaz ostoraikkal a mai terminologia szerint) szemlátomást tapogatnak. A fényt nagyobb részök felkeresi, míg más részök a homályt kedveli; a fényt tehát kétségkívül érezik. Tekintetbe véve már most azt, hogy számos *Flagellátnál* s nehány *csillószőrös ázalékállatkánál* (pl. *Ophryoglena*) a test mellső részén, ugyanazon helyen, hol magasabb állatok a szemet viselik, egy többnyire élénk rubinpiros, ritkán fekete (*Ophryoglena atra*), élesen körülirt gömbölyüded, vagy tojásdad folt található, mely alig különbözik a kerékállatkák, Turbellafélék s némely Entomostracum szemétől: bizonyára igen közel állt annak feltevése, hogy a kérdéses szervek valóságos látószervek, *szemek*. Minthogy pedig szem idegrendszer nélkül nem képzelhető: Ehrenberg szorgosan keresett a szemfolt mellett oly szervet, mely idegdúcznak volna tartható s meg is találta azt az *Amblyophis viridis* nevü *Astasia*-félénél,[1] egy «mirigyes, gömbalakú tömeg» alakjában, melyen a piros szemfolt épen oly módon ül, mint a kerékállatkák és Entomostracumok agy-, illetőleg garatfeletti dúczán. Ezen szerv bizonyára nem egyéb, mint egy lüktető üröcske; Ehrenberg azonban idegdúcznak tartotta s ezen egyetlen hiányos észleletre támaszkodva, általánosított s kimondta, hogy a gyomorállatkák idegrendszerrel is birnak, mely egy, vagy talán több elszórt dúczból áll s melyet a belőle eredő végtelen finom idegekkel együtt mindeddig nem sikerült valamennyinél kimutatni.

A helyváltoztató szervek pontosabb ismerete körül igen nagy érdemeket szerzett Ehrenberg. Valamenynyi csillószőrös ázalékállatkánál (Ehrenberg *Enterodelei*) kimutatta a helyváltoztatáskor működő *csilló-*

* A nagyobb számmal előforduló lüktető üreséket Ehrenberg egészen önkényüleg gyomroknak tartotta (pl. az *Amphileptus*- és *Trachelius*-nem néhány képviselőjénél), míg az egyenként vagy párosan előfordulókat ondóhólyagoknak.

[1] 104.

szőröket s ezek nagyságára s elhelyezési viszonyaira vonatkozó pontos tanulmányai ha nem is egészen tökéletesek, de mindenesetre megtörték s kijelölték az útat a későbbi búvárok sikeres haladására. A mai nap *Flagellata* név alatt összefoglalt véglények helyváltoztatása Ehrenberg előtt jó részt egészen misztikus, megmagyarázhatlan tüneménynek látszott; Ehrenberg szerencsésen választott módszerrel, tudniillik a véglényeknek gyors beszárítás által való fixirozásával kimutatta, hogy a rejtélyes helyváltoztatást egy, vagy néha több, finom örvényző fonál, *orrmány (Rüssel=ostor)* végezi. A *Peridinium*-féléknél az ostoron kívül még finom csillószőrök is fordulnak elő, melyek ezek testét közepett körülövezik. Pontosan leírja továbbá, hogy a Proteuszszerüleg alakjokat folytonosan változtató *Amoeba*-félék nyúlós és összehúzódó testök bármely pontjából, lábak módjára működő nyulványokat, *állábakat* bocsátnak ki, s ezekhez hasonló módon az *Arcella*-félék is. A *Bacillariák* végre pánczéluk hosszirányú résén kitolt csigatalpszerű nyúlványon csuszkálnak; oly felfogás, melyet Schultze Miksa újabb vizsgálatai megerősítettek.

De vajjon mi lehet az, mi ezen szerveket mozgásban tartja? Ezen kérdésre Ehrenberg ismét egyes megfigyeléseken épülő általánosítás útján igyekezett egyéb felfogásával összhangzó feleletet adni, s természetesen ismét tévedett. Az összepattanó kocsányú *Vorticella*-féléknél megkülönböztette a csöves kocsányon végig húzódó összehúzódó szalagot, a *Stentoroknál* pedig az egész testet borító finomabb csillószőrök lefutásában fekvőket; ezen szalagok természetesen csak *izmok* lehetnek, s ezen alapon feltette, hogy a gyomorállatkáknak általában magasan kifejlett izomrendszerük van s hogy még a csillószőrök s ostorok is láthatlan finomságú izmoktól mozgattatnak.

A gyomorállatkák köztakaróját majd finomsága miatt szerkezet nélkülinek látszó, lágy, nyúlékony, majd ismét kemény, szarunemü s néha kovasav belerakódásától igen merev pánczél képezi, mely a *Bacilláriáknál* s a *Peridinum*-féléknél jellemző finom szkulpturával van ékesítve. Az elhalt gyomorállatocskák pánczélai gyakran egymagokra hatalmas közeteket képeznek s fontos szerepet játszanak a földkéreg alakulásában. Némely gyomorállatkák testét végre, különböző alakú, merev vagy rugékony, szarúnemű hüvely vagy tok környezi.*

A gyomorállatkák, mint már említők, mindnyájan hímnősek, a nagyszámú petéken kívül azonban még sarjadzással és oszlással is szaporodnak, mely utóbbi szaporodási módnál majd haránt-, majd hosszirányban oszlanak ketté; a páronként hossztengelyök irányában összefüggő gyomorállatkák nincsenek közösülésben, mint miként Leeuwenhoek s mások állították, hanem hosszirányú oszlásban, csupán a *Closterináknál* van *egybekelés* (Copulatio), melynek azonban valószínüleg nincsen ivari jelentősége.[1]

A gyomorállatkák mesés szaporaságának illusztrálására számításokat tett Ehrenberg, melyeknek eredményei méltán bámulatra ragadták kortársait. «Minthogy egy *Vorticella* vagy *Bacillaria* egy óra alatt megoszlik s közbe eső egy óra mulva ismét oszlik, tehát 3 óra alatt *egyből* 4, 5 óra alatt 8, 7 óra alatt *egyből* 16 lesz, lehetséges, hogy 24 óra alatt 4096 egyén lesz *egyből*, 48 óra, azaz 2 nap alatt pedig 8 millió s 4 nap alatt 140 billió. A bilini csiszoló palában körülbelől 41,000 millió *Gallionella* tesz 1 köbhüvelyk, tehát mintegy 70 billió egy köbláb (1728 köbhüvelyk = 1 köbláb) követ. E szerint lehetséges volna, hogy egyetlen állatocska, csupán önoszlással 4 nap alatt 2 köbláb követ képezzen. — Az Infusoriumoknak az önoszlás útján történő szaporodás oly megmaradást és elterjedést biztosít a tengerben és levegőben, mely az egyének elpusztulásának minden lehetséges arányát ellensúlyozza s mely elég költőileg halhatatlansággal s örök ifjúsággal határos. Képzeljük, hogy mi magunk számtalan mindig új részre oszlunk, hogy számtalan évig éljünk s ifjak maradjunk.»[2] Ezen óriási számokhoz vezető ivartalan szaporodáshoz hozzájárúl még a tömérdek, apró petéknek tartott szemecskék útján történő szaporodás; minthogy pedig ezen végtelen parányi petéket a kiszáradt pocsolyákból a légáramlások könnyen széthordják s mindenhova szétszórják: könnyen megmagyarázható az ázalékállatkáknak a folyadékokban való gyors megjelenése, s nem szükséges a generatio aequivoca feltevéséhez fordulni. Ezen alapra támaszkodva, Ehrenberg a szülék nélkül való elsődleges keletkezést egész határozottsággal elvetendőnek tartotta.

* Ehrenberg rendszerében a pánczél jelenlétére vagy hiányára nagy súlyt fektet, a pánczél kifejezést azonban nem használja következetesen, a mennyiben majd a szilárd köztakarót, majd ismét a testtől elálló hüvelyt, tokot nevezi pánczélnak.

[1] 89.

[2] XIII.

Ehrenberg a gyomorállatkák szervezeti viszonyaira a következő, 22 családban 123 nemet s 553 fajt tartalmazó rendszert alapítá:

Ehrenberg rendszere (1838).[1]

Polygastrica, gyomorállatkák.

Bélnélküliek, Anentera.	Függelék (láb) nélküliek, *Gymnica*:	testalak állandó,	tökéletesen (egészen) oszlók,	pánczéltalanok	1. *Monadina.*
				pánczélosak	2. *Cryptamonadina.*
			tökéletlenül (részben) oszlók (Monastelepek),	minden irányban oszlók, pánczélosak (gömbképződés)	3. *Volvocina.*
				egy irányban oszlók (fonálképződés), pánczéltalanok	4. *Vibrionia.*
				egy irányban oszlók (fonálképződés), pánczélosak	5. *Closterina.*
		testalak változó,	pánczélosak		6. *Astasiaea.*
			pánczéltalanok		7. *Dinobryina.*
	Változó lábuak, *Pseudopoda*:	pánczéltalanok			8. *Amoebaea.*
		pánczélosak,	sok részre osztott láb egyetlen nyilásból		9. *Arcellina.*
			egyszerü (nem osztott) láb egyetlen nyilásból, vagy a számos nyilás mindegyikéből		10. *Bacillaria.*
	Szőrözöttek, *Epitricha*:	pánczéltalanok			11. *Cyclidina.*
		pánczélosak			12. *Peridinaea.*
Béllel ellátottak, Enterodela	Közös száj- s alfelnyilással, (Egy nyilásuak) *Anopisthia*:	pánczéltalanok			13. *Vorticellina.*
		pánczélosak			14. *Ophrydina.*
	Ellenes állásu (száj-alfel)nyilással, *Enantiotreta*:	pánczéltalanok			15. *Enchelina.*
		pánczélosak			16. *Colepina.*
	Változó helyzetü száj-alfelnyilással, *Allotreta*:	pánczéltalanok,	orrmány alapján lévő szájjal, fark nélkül		17. *Trachelina.*
			mellső szájjal, farkszerü hasvéggel		18. *Ophryocercina.*
		pánczélosak			19. *Aspidiscina.*
	Hasoldali száj- s alfelnyilással *Catotreta*:	pánczéltalanok,	csupán csillószőrökkel mozgók		20. *Colpodea.*
			többféle mozgató szervekkel		21. *Oxytrichina.*
		pánczélosak			22. *Euplota.*

[1] p. **

A véglények ismeretére Müller O. Fr. tette meg az első nagy lépést, Ehrenberg pedig az újabb kort inauguráló másodikat; mindkettő az utókor hálát érdemelte ki fáradságos vizsgálataival, melyekkel a tudományt gazdagítá; mindkettő nagy számú új alakot s tömérdek előtte ismeretlen szervezeti részletet fedezett fel, írt s ábrázolt le pontosan; mindkettő szerencsés felfedező, de nem mindig szerencsés értelmező, mert felfogásukban sarkalatos hibákat mutatott ki az utókor. Az úttörők tévedései ezek, melyek a tudomány azon álláspontján, melyre Müller és Ehrenberg támaszkodhattak, alig voltak elkerülhetők; már pedig a tudomány minden terméke igazságosan csakis azon kor tudományos álláspontjából ítélhető meg vagy el, mely azt teremtette, s tagadhatatlan, hogy Ehrenberg mainap kalandosoknak látszó felfogásai azon időben, mely azokat létrehozta, melynek a sejtről s a magasabb állatok s növények szöveti összetételéről, valamint az alsóbb állatok bonctanáról csak töredékes és homályos, a legalsóbb növények alaktani s fejlődéstani viszonyairól pedig még jórészt épen nem voltak ismeretei, nem ellenkeztek az uralkodó nézetekkel, sőt azokhoz teljesen hozzáillettek. Új tanok csak azon esetben tarthatnak számot elfogadhatásra, ha a kor tudományos nézeteivel nem ellenkeznek, ha úgyszólván maga a korszellem teremtette azokat. Ehrenberg-nek az ázalékállatkák magas szervezetét hirdető tana ily természetű, s ezért fogadtatott csaknem minden oldalról osztatlan lelkesedéssel s talált közhitelre. Tantermek, tan- és kézikönyvek, tudományos-, népszerűsítő- és családi folyóiratok, valamint a napisajtó elragadtatással hirdették Ehrenberg új tanát s dicsőítették az ünnepelt férfiut, ki felfedezte, hogy az embertől

a legparányibb Monasig mindenütt magas szervezet van.* Nem maradt el végre a tudósok azon fajtája sem, mely sietni szokott mások felfedezéseit utándolgozás útján megerősíteni; ezek hangosan hirdették, hogy önálló kritikai buvárkodásuk meggyőzte EHRENBERG tanának helyességéről! Nem hiányoztak azonban egyes mélybelátású természetbúvárok sem, kik EHRENBERG magas szervezetet hirdető tana ellen azonnal, lelkesült felkarolásának első idejében szót emeltek s EHRENBERG nagy tekintélyével szemben az ázalékállatkák szervezetére vonatkozó ellenkező felfogásukat lassanként érvényre emelték s a mainap uralkodó nézeteknek útat törtek.

Ezek között az első hely kétségkívül DUJARDIN FELIX, rennesi tanárt illeti meg, ki 1835-től kezdve több kisebb értekezésben, 1841-ben pedig az összes ázalékállatkákra kiterjedő s önálló búvárlatokra támaszkodó nagy munkájában a legnagyobb határozottsággal szállt síkra EHRENBERG felfogása ellen, s magának a legalsóbb lényekkel foglalkozó tudományszakban dicsőséges nevet biztosított.

A fennebbiekben érintém, hogy már a múlt században ismeretesek voltak bizonyos *Rhizopodok*, illetőleg ezeknek csinos mészhéjai, melyeket BREYN 1732-ben *Polythalamia* névvel jelölt.[1] A csigák és bizonyos élő és kihalt kephalopodokéira (Nautilus, Ammonites) emlékeztető parányi héjacskákat lakó ezen lények szervezetéről a régibb búvárok semmi biztosat sem tudtak ugyan, hanem azért feltették, hogy nem lehetnek egyebek, mint igen parányi csigák; D'ORBIGNY volt az első, ki 1826-ban legelőször írta le a héjak lakóit s azokat parányiságuk mellett is, a kephalopodok jellemző szervezetével biró valóságos *lágytestüeknek* (Mollusca) állította, melyeket apró likacsoktól áttört héjaiktól kölcsönzött névvel *Foraminifereknek* nevezett.[2] Kilencz évvel D'ORBIGNY-nek nem mindennapi fantáziáról tanuskodó leírása után DUJARDIN azon közleményt tette,[1] hogy a francziaországi partok élő Foraminiferein tett vizsgálatai arra az eredményre vezették, hogy a Foraminiferek legtávolabbról sem bírnak azon magas szervezettel, melyet D'ORBIGNY nekik tulajdonít; ellenkezőleg úgy áll a dolog, hogy a haránt válaszfalaktól egyes rekeszekre, kamarákra osztott likacsos héj, külön szerveket magában egyáltalában nem foglaló, nyálkás élő-állományból áll, mely a héj likacsain át finom, fonalas, elágazó nyulványokat bocsáthat ki, melyek visszahúzódva, nyomtalanúl elenyésznek. «*Az igen finom fonalak (az üvegen mászó Polythalamoknál) lassan nyomulnak előre egyenes vonalban az üveg felületén; az előbbi után szakadatlanúl új tömeg foly, mely szabálytalan golyócskákkal kevert, s ezek a fonál átmérőjének egyenlőtlen vastagságot adnak; a fonál lassanként megvastagodván, oldalt ágakat bocsát ki, melyek épen úgy növekednek, mint az első; csakhamar megszünik a hozzáfolyás s a mozgás megfordúl, a fonál visszahúzódik s végre az állatnak közös alapállományába olvad be, hogy más nyúlványnak képződésére szolgáljon. Ezen fonalakat nem lehet valódi tapogatóknak tekinteni, egyszerű állati ősállomány az, mely mintegy gyökerek módjára terjed ki s tolja magát odább*». — Hogy az ily egyszerű, állandó szervek nélküli, élőnyálkából álló lényeket nem lehet a lágytestűek (Mollusca) közé, vagy bármely más magasabb állatcsoportba beiktatni, ez nem szorúl hosszas bizonyítgatásra, s DUJARDIN külön csoport képviselőinek tekintette, melyet előbb a héj egymásfeletti rekeszeinek jelölésére *Symplectomères*, később pedig, miután nem rekeszelt héjúakat is felfedezett, gyökérszerű, változó nyulványaik után *Rhizopodes*, azaz *gyökérlábú* névvel jelölt s az ázalékállatkák közé osztott be.

DUJARDIN-t az ázalékállatkákra kiterjesztett folytatólagos vizsgálatai azon fontos eredményre vezették, hogy az összes ázalékállatkáknak, úgy mint a Rhizopodoknak teste egyszerű szervek nélküli állati ősállomány, melyet sarcodénak nevezett.[2] A sarcode — DUJARDIN szerint — kisebb-

* EHRENBERG felfedezéseinek magyar nyelven adott legelső (s talán egyedüli) ismertetése, tudtommal, a Kolozsvárt megjelent «*Természetbarát*» 1846. évi folyamában foglaltatik, melyben GÁSPÁR JÁNOS EHRENBERG előadásai után 4 czikkben tárgyalja EHRENBERG vizsgálatainak eredményeit. (A láthatlan munkáló létműves (organicus) élet, vagy az ázacsvilág, (Infusorienwelt). Egy képpel. Természetbarát, természettudományi folyóirat. Szerkeszték BERDE ÁRON és TAKÁCS JÁNOS. Kolozsvárt. 1846. I. évfolyam. 5. 6. 7. és 9. sz.)

[1] Dissertatio de Polythalamiis, nova testacearum classe. Gedáni, 1732. Conf. SCHULTZE. Polythalamien.

[2] Tableau methodique de la classe des Céphalopodes. Ann. d. scienc. natur. Tom. VII. Conf. SCHULTZE, Polythalamien. 1.

[1] Bulletin de la société des sciences de la France. No. 3. 1835. kivonatban: Ann. de sciences natur. 1835, 2. ser. Tom. III. 108. Conf. SCHULTZE, Polythalomien, 2. Továbbá folytatott vizsgálatainak eredménye: Annales des sciences natur. 1835. Tom. III. 312.

[2] Recherches sur les organismes inferieures. Ann. des sciences natur. 1835. Tom. V. 343. Továbbá 1841-ben kiadott nagy munkája.

nagyobb szemecskéket, rögöcskéket tartalmazó, de alapjában egynemü, átlátszó, a fényt a víznél erősebben, de az olajnál sokkal gyengébben törő, ideg nélkül ingerlékeny, izmok nélkül összhúzódó, rugalmas, nyálkás állomány. — Azaz: a *sarcode* azon előállomány, melyet a növényszövet-búvárok a növényi sejtben a VON MOHL HUGÓ ajánlotta [1] kifejezéssel már 1846 óta, az állatszövet-búvárok pedig SCHULTZE MIKSA kezdeményezésére [2] 1863 óta *protoplazmának* (cytoplasma KÖLLIKER, bioplasma BEALE) neveznek.*

A sarcode az ázalékállatkák egy részénél, t. i. a Rhizopodoknál, melyekhez EHRENBERG *Arcellafélei* is tartoznak, valamint a közel rokon *Amoeba-* vagy *Actinophrysféléknél,* felületén csupasz, azaz hártya nem burkolja azt; s ennek megfelelőleg ezek különböző alakú ideiglenes nyulványokat, *állábakat* képesek kitolni, mit tenni a többi ázalékállatkák, t. i. a *Vibriofélék* s az ostoros és csillószőrös ázalékállatkák, levén sarcode-testök vékonyabb vagy vastagabb hártyával burkolva, épen e miatt nem képesek.

Azon világos gömböknek, melyek az ázalékállatoknál az elnyelt táplálékot befogadják s melyeket EHRENBERG egy bonyolódott emésztőkészülék állandóan előforduló kiegészítő részeinek tekintett, a valónak teljesen megfelelő igen egyszerű magyarázatát adta DUJARDIN. Nem egyebek ezek, mint a sarcodéban fellépő ideiglenes, saját falat nélkülöző *űröcskék (vacuoles),* melyek oly módon jönnek létre, hogy az ideiglenes vagy állandóan előforduló szájnyiláson át a sarcode-test belsejébe nyomult szilárd táplálék s a behabart víz a lágy sarcodében öblöket, űröket váj ki, melyeknek képződését indigóval vagy karminszemcsékkel való táplálásnál közvetetlenül meg lehet figyelni. — A *Parameciumnál, Kolpodánál* vagy *Vorticellánál* például, igen világosan látható, mily módon váj ki magának a karminszemecskéket tartalmazó behabart víz a garat alsó nyilt végén a sarcodéban egy kezdetben orsóalakú, később elgömbölyödő űröcskét, mely bizonyos nagyságot elérvén, a garat végéről leválik, a sarcodéba tovább nyomúl s egy újabban képződő űröcskétől mindegyre odább és odább tolatik; ** épen így meglehet arról is közvetetlenül győződni, hogy ezen űröcskék nem függenek a képzelt bélcsőn vagy a száj alatt, hanem egészen szabadok, s a sarcode összehúzódásai alkalmával majd ide, majd oda tolatnak, s hogy nem præformált hólyagok, ezt kézzelfoghatólag bizonyítja az, hogy két vagy több űröcske egymással egy nagyobba összefolyhat. — Ezen pontosan ellenőrzött megfigyelésekre támaszkodva, egész határozottsággal állítható DUJARDIN, hogy az EHRENBERG-től leírt sokgyomrú emésztőkészülék nincs meg.

Az összehúzódó hólyagocskákat, vagy lüktető üreeskéket, melyeket EHRENBERG ondóhólyagoknak deklarált, DUJARDIN a sarcode kéregrétegében levő űröcskéknek tekinti *(vacuoles contractiles, vesicules contractiles),* melyek felváltva vizet vesznek fel s ürítenek ki, s mint első felfedezőjök, SPALLANZANI, gyanította, a lélekzés szolgálatában állanak.

Hogy edényrendszer, mely EHRENBERG szerint csupán végtelen finomsága miatt nem vehető ki, fizikai okokból képzelhetetlen a parányi testü ázalékállatkáknál, ezt megdönthetetlen érveléssel bizonyítja DUJARDIN «— — A folyadék, — mondja,[1] — még erős nyomás alatt is megszünik folyni oly kapilláris csőben, melynek átmérője eléggé kicsiny. Oly állatoknál azonban, melyeknek szive a legerőteljesebb, a legvégső hajszáledények még legalább 1/150 milliméter átmérőjük: fel akarnánk-e tehát még tenni 1/10 milliméternyi ázalékállatkáknál 1/100000 milliméternyi edényeket?»

Valamint edényrendszer nem tehető fel az ázalékállatkáknál, ép oly kevéssé érzi magát DUJARDIN indíttatva ideg- és izomrendszer feltevésére; a sarcodét, azon ősállományt, mely az ázalékállatkák testét képezi, épen azon élettani tulajdonság jellemezi, hogy idegek nélkül is ingerlékeny s izmok nélkül összehúzódó. — A protoplazmáról szóló mai felfogás ugyancsak ezen tételt vallja.

DUJARDIN nem zárja ki annak lehetőségét, hogy az ázalékállatkák ivaros úton is szaporodhatnak; az egyedül biztosan ismert szaporodási módot azonban egyedül az oszlás képviseli. Az EHRENBERG-től leírt bonyolódott ivarkészülék bizonyára nincs meg. Hogy a sarcodéban előforduló majd színes, majd színtelen szemecskék, melyek a sarcode szétfolyásakor szabaddá lesznek s szétszóródnak, petéket képviselnek, oly egé-

[1] Vermischte Schriften botanischen Inhaltes. 1846.

[2] Das Protoplasma etc.

* Nem hagyhatom e helyen említés nélkül, hogy a véglények sarcodéját PERTY már jóval SCHULTZE előtt (1852) nevezte protoplasmának. (Die kleinsten Lebensformen. 56.)

** Ezen nyelési és üresse-képződési folyamat igen élethűen van visszaadva DUJARDIN nagy munkájában a 4. 8. 14. és 16. táblákon.

[1] 24.

szen önkényes feltevés, melynek helyességét egyetlen észleleti adat sem támogatja. Az EHRENBERG-től heréknek tartott képleteket, melyek a sarcode szétfolyásakor hosszasabban ellentállanak a víz behatásának, számos ázalékállatkánál DUJARDIN is ismerte ugyan; mivel azonban élettani feladatukat ép oly kevéssé sikerült megoldania, mint EHRENBERG-nek, az objektiv búvár óvatosságával tartózkodik e képletek feladatának találgatásába való bocsátkozástól. Hogy EHRENBERG-nek a lüktető üröcskék feladatát magyarázó, semmi megfigyelésre sem támaszkodó, kalandos nézetét DUJARDIN egészen elvetette, ezt már a fennebbiekben felemlítém; s úgy hiszem, mainap nem szenved kétséget, hogy az ezen szervek feladatára vonatkozó SPALLANZANI-DUJARDIN-féle nézet sokkal közelebb áll a valóhoz, mint az EHRENBERG-é.

DUJARDIN az ázalékállatkák körét szűkebbre vonta, mint EHRENBERG. A kerékállatkákat, mint már említém, EHRENBERG is elválasztotta ugyan az ázalékállatkáktól, azaz gyomorállatkáktól, ennek daczára azonban mégis azon végzetes hibába esett, hogy az ázalékállatkák tanulmányozásánál folytonosan a kerékállatkák magas szervezetét tartotta mintegy mintakép gyanánt szem előtt. DUJARDIN-nak eléggé alig méltányolható kiváló nagy érdeme abban van, hogy ezen végzetes hibát szerencsésen elkerülte; s ha a mainap is kétes helyzetű, de bizonyára nem a véglények közé tartozó *Ichthydiumféléket*, mint a kerékállatkákhoz (*Systolides Duj.*) vezető átmenetet, ideiglenesen a *Coleps* szomszédságába, a részarányos testü ázalékállatkák közé sorozta, ezen ellentmondás abban leli magyarázatát, hogy, DUJARDIN az Ichthydiumok szervezetével egyáltalában nem volt tisztában. EHRENBERG *Closterináit* és *Bacillariáit*, azaz a *Desmidiaceákat* és *Diatomeákat* DUJARDIN egészen kiküszöbölte az ázalékállatkák közűl; ő volt ellenben az első, ki a *Spongiákat, mint Amoebák- és Monasokból alakult telepeket,* függelék gyanánt az *Amoeba- és Monasfélék* mellé sorolta.[1] Oly felfogás ez, mely tudvalevőleg, egy ideig általánosan elfogadtatott, később ellenben, minthogy a folytatott buvárlatok a Spongiák és Coelenteratok közötti rokonsági viszonyok felismerésére vezettek, elvettetett, bár mainap is vannak illetékes védelmezői, mint CLARK, legújabban pedig STEIN.[2] Különben, véleményem szerint, a két nézet legkevésbbé sem zárja ki egymást okvetetlenűl; mert hiszen a Spongiák a mellett, hogy a Coelenteratok legalsóbb osztályát képviselik, más irányban a véglényekkel is szoros és benső rokonságban állhatnak, s legegyszerűbb alakjaik azon, legyen szabad mondanom, első kisérleteket képviselhetik, melyek az egysejtű lények, Protozoumok, laza, polymorph telepeitől a szorosabb összefüggésű sejtállamot képviselő Metazoumokhoz vezetnek át, mely phylogeniai tekintetben igen nagyfontosságú tétel eldöntése további speczialis tanulmányoktól várható.

[1] 305. 306.
[2] III. 10.

DUJARDIN vizsgálataira támaszkodva, külön rendszert állított fel, melynek 21 családja (21-diknek véve részarányos testalakú ázalékállatkáit), kétségkívül sokkal természetesebben van csoportosítva, mint EHRENBERG családjai, mi az osztályzási alapjellemek (általános testalak, helyváltoztató szervek) éles ítélettel való kiszemelésének tulajdonítandó s az állatországba sorolt véglények három főcsoportja: *Rhizopoda, Flagellata, Ciliata* voltaképen már megvan DUJARDIN rendszerében.

Dujardin rendszere (1841).

A) Nem részarányos, assymmetricus testű ázalékállatkák.

I. REND.

Látható helyváltoztató szervek nélkűl.

1. Család. *Vibrionina.*

II. REND.

Változó nyúlványokkal (állábakkal).

§. 1. Nyúlványok összehúzódók, egyszerűek, vagy gyakran elágazók.
2. Család. *Amoebina.*
3. Család. *Rhizopoda.*

§. 2. Nyúlványok igen lassan összehúzódók, mindig egyszerűek.
4. Család. *Actinophryna.*

III. REND.

Egy vagy több helyváltoztatásra szolgáló ostoralakú fonállal. Száj nélkűl.

§. 1. Burok nélkűl.
5. Család. *Monadina.*

§. 2. Burokkal.
* Csoportosak. Lebegők vagy rögzítettek.
6. Család. *Volvocina.*
7. Család. *Dinobryna.*
** Egyenkint élők. Úszók.
8. Család. *Thecamonadina.*
9. Család. *Euglinina.*
10. Család. *Peridinina.*

IV. REND.

Csillószőrösek, összehúzódó burok nélkül. Úszók.
* Pánczéltalanok.

11. Család. *Enchelyna.*
12. Család. *Trichodina.*
13. « *Keronina.*

** Pánczélosak,

14. Család. *Placsonina.*
15. « *Ervilina.*

V. REND.

Csillószőrösek, laza, hálózatós, összehúzódó burokkal, vagy legalább a csillószőrök soronként való elhelyezése utal burok jelenlétére.

* Mindig szabadok.

16. Család. *Leucophryna.*
17. « *Paramecina.*
18. « *Bursarina.*

** Rögzítettek, még pedig vagy akaratlagosan, vagy külön szervek által.

19. Család. *Urceolarina.*
20. « *Vorticellina.*

B) **Részarányos, symmetricus ázalékállatkák.**

* Különböző typus egymásközötti viszony nélkül.

— *Planariola.*
— *Coleps.*
— *Chaetonotus.*
— *Ichthydiina.*

DUJARDIN-nak, mint az előadottakból kivehető, nagy érdeme abban áll, hogy minden preokkupált vélemény nélkül hatolt be a parányi világ rejtélyeibe, s ennek alapján EHRENBERG-nek sokat bámult s lelkesedéssel fogadott nézete ellen higgadt objektivitással bátran síkra szállott. A tudomány mai álláspontjáról visszatekintve, határozottan mondhatjuk, hogy az ázalékállatkák szervezetének helyes felfogása nem a különben nagyérdemű berlini tudós dicsősége, hanem «azon párisi fiatal emberé, — miként EHRENBERG méltó ellenesét kicsinylőleg nevezi,[1] — ki oly elitélőleg tolta fel magát az ázalékállatkák szervezetének elleneséül.» Másrészt azonban ki kell emelnünk, hogy DUJARDIN két irányban lőtt túl a czélon: az elsőben azzal, hogy az ősállománynak — a sarcodénak — minden finomabb szervezettségét tagadta, s ezzel az ázalékállatkáknak a valódinál egyszerűbb szervezetet tulajdonitott; a másodikban pedig azzal, hogy a belférgeknek s Hydroidoknak testét szintén egyszerű sarcodéból alakultnak állította, mi által az ázalékállatkák és a szövetekből alakult Metazoumok között levő éles határt lerontotta.

EHRENBERG felfogása ellen DUJARDIN-től egészen függetlenűl, lépett fel FOCKE WALDEMAR, RYMER JONES, MEYEN és VON SIEBOLD.

[1] 111.

FOCKE, ki különben még 1847-ben megjelent munkájában[1] igen szorosan csatlakozik EHRENBERG-hez s még a *Desmidiaceákat* s *Diatomaceákat* is a sokgyomrú állatkák közé sorolja, s EHRENBERG-nek a magas szervezetről szóló tanát egészben helyesnek s csupán egyes tévesen felfogott részleteiben tartja módositandónak, a német természetbúvároknak 1835-ben Bonnban s 1842-ben Mainzban tartott vándorgyűlésen[2] azt az igen érdekes, azóta minden ez irányban búvárkodótól megerősített közleményt tette, hogy a *Paramecium Bursariánál* s egy *Vaginicolánál* (nyilván *Vaginicola cristallina*) a test belsége szabályos körkörös keringésben van, melyben a felvett indigórészecskék ép úgy részt vesznek, mint azon zöld gömböcskék, melyeket EHRENBERG petéknek tartott, mely észlelet egy sokgyomrú bélkészülék jelenlétét egészen kizárja. A *Paramecium Aureliánál* észlelt ugyanily körkörös keringésről tett jelentést RYMER JONES az angol természetbúvároknak 1838-iki newcastlei gyűlésén.[4] EHRENBERG a két búvártól leírt egészen azonos észleletet két különböző hipotézissel igyekezett felfogásával összhangzásba hozni. FOCKE ellenében azt állítá ugyanis, hogy a szemecskék keringése csak látszólagos: «Ép oly tévedés ez a látottnak megitéléseben, mint a gyermekek olló- és fogójátékánál, melynél úgy látszik, hogy a hálószerűleg összekötött ollókarokra erősített fácskák vagy házak helyöket változtatják, a nélkül, hogy valódi és rögzített helyökből némileg is kitérnének.»[4] REYMER JONES ellenében ellenben a newcastlei gyűlésen, melyen személyesen részt vett, azon új hipotézishez folyamodott, hogy az ázalékállatkák bele néha a gyomrok rovására annyira kitágúlhat, hogy az egész testűrt kitölti, s ez esetben az elnyelt tápszerek, melyek gyomorzacskókhoz igen hasonlítanak, az egész testben keringeni látszanak.[5]

Ugyanezen idő körül MEYEN a *Parameciumokon* és *Vorticellaféléken* tett vizsgálatokra támaszkodva, igen pontosan írta le[6] a nyelést s a test belsejébe jutott tápszereknek tovatolatását. MEYEN egészen a DUJARDIN-féle felfogáshoz csatlakozik s a sok-

[1] Physiologische Studien.

[2] Conf. Isis. 1836. p. 785, és Amtl. Bericht über die 20. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Mainz. 1842. p. 227. Stein I. 28.

[3] A A P. (1839) 80.

[4] STEIN. I. 29.

[5] STEIN. l. c.

[6] A A P. (1839) 75.

gyomrú bélkészülék létét tagadja; szerinte az ázalékállatkák nyálkás állománytól kitöltött hólyagocskák, melyek bizonyos tekintetben a növényi sejtekkel egyeznek meg.

Az ázalékállatkák morfologiai értékének biztos alapra való fektetésére a legfontosabb lépést kétségkívül von SIEBOLD tette meg, a már MEYEN- és OWEN-[1]től futólagosan érintett eszmének határozott kifejtése által, mely hivatva lőn, hogy a véglények szervezetét a biologiának mai alaptanával, a SCHLEIDEN és SCHANN lángszellemétől épen megteremtett sejtelmélettel összhangzásba hozza. SIEBOLD a gerincztelen állatok összehasonlító bonctanát tárgyaló kitünő s mai nap is nélkülözhetetlen kézikönyvében,[2] a kézikönyv természetével megegyező rövidséggel tárgyalja ugyan az ázalékállatkák szervezeti viszonyait, mindamellett világos és határozott vonásokkal adja elő az ázalékállatkák szervezetéről vallott nézetét, mely egészben véve DUJARDIN-éval megegyezik; csak a lüktető üröcske feladatára nézve tér el DUJARDIN-től, a mennyiben ezen szervet, miként, mint fennebb előadtam, már a mult században GLEICHEN, a keringési rendszer kezdetleges szervének tekintette, mely felfogásban később SIEBOLD tanának legelkeseredettebb ellenesei, CLAPARÈDE és LACHMANN is osztoztak. Ellentétben DUJARDIN-nal, ki az EHRENGERG-től heréknek tartott képletek előfordulására nem nagy súlyt fektetett, SIEBOLD arra utal, hogy a legtöbb ázalékállat és gyökérlábú belsejében van egy élesen körülírt tömöttebb test, melyet magnak (nucleus) nevez; ennek belsejében, vagy mellette pedig elég gyakran egy kisebb testecske, a magocska vagy magtestecske (nucleolus) van; s a sejtelmélet álláspontjából igyekezvén meghatározni az ázalékállatkák s gyökérlábúak alaktani értékét, arra az eredményre jut, hogy azok egyetlen sejtnek felelnek meg. Ezen *Protozoa* elnevezés alatt összefoglalt egysejtű állatokat a gerincztelenek (Arthropoda, Mollusca, Vermes, Zoophyta = Coelenterata et Echinodermata Leuckart) külön főcsoportjának (Hauptgruppe) képviselői gyanánt tekinti, melyek az állatország legalsó lépcsőjén foglalnak helyet. SIEBOLD szerint, az állatok ezen végső főcsoportjába tehát oly állatok tartoznak, melyeknél a szervek különböző rendszerei nincsenek élesen kiválva, s melyeknek szabálytalan alakja s egyszerű szervezete egy sejtre redukálható.[1] Mióta SCHWANN a növények és állatok szöveti és fejlődési megegyezését kimutatta, — mondja találóan SIEBOLD, — nem okozhat többé megütközést, hogy a legalsóbb növényi és állati szervezetek összetételökre nézve egy egyszerű sejttel egyeznek meg.[2]

SIEBOLD fellépése idejében a legalsóbb növények szaporodásának ismeretét a legnagyobb fontosságú felfedezések gazdagították, melyek SIEBOLD-ra a Protozoumok csoportjának körülírásában lényegesen befolytak. NEEDHAM és BUFFON, GIROD CHANTRANS s INGENHOUSS már a mult század végén ismerték és ismertették, hogy bizonyos moszatfonalakban néha kis gömbök képződnek, melyek a fonálból kiszabadulván, a zöld ázalékállatkáktól semmiben sem különböznek s mint ezek, látszólag egészen szabad akarat szerint, fürgén úszkálnak; sőt INGENHOUSS azt is megfigyelte, hogy a *Conferva rivularis* ezen állatnemzedékéből ismét moszatfonalak fejlődnek. Hasonló észleleteket közölt BORY DE ST. VINCENT 1800-ban, MARTENS 1805-ben; TRENTEPOHL pedig 1807-ben a *Vaucheria clavata* bunkósan duzzadt fonálvégeiből aránylag nagy, zöld ázalékállatkákhoz hasonló mozgótesteket látott kiosonni, melyek egy ideig tartó úszkálás után az edény szélére gyűltek, s mozgásuk megszüntével lassanként *Vaucheriákká* nőttek ki. TRENTEPOHL észleleteit 1814-ben NEES von ESENBECK megerősítette. Majd GRUITHUISEN, GAILLON, HOFFMANN, BANG, AGARDH, MEYEN, ROTH, CHAUVIN, TREVIRANUS és KÜTZING tettek hasonló észleleteket a *Draparnaldia plumosa, D. conglomerata, Ulothrix zonata, U. compacta, Conferva rivularis, C. annulina, Ectocarpus tomentosus, E. siliculosus, Enteromorpha clathrata, Bryopsis arbuscula, Saprolegnia ferax* fajokhoz tartozó moszatokon.[3] Ezen észleletek csodálatos módon hosszú ideig nem vezettek azon igazság határozott felismerésére, hogy a moszatok egy része (az ú. n. *Zoosporeák)* szabadon mozgó spórák, azaz: mint mai nap mondjuk, *rajzósprórák (Zoocarpa Bory, Sporidia Agardh, Gonidia Kützing, Sporozoïda Solier, Zoospora Decaisne)* által szaporodik.

[1] The Edinburgh new philosophical Journal Nr. 69. (1843.) 185. Conf. SIEBOLD, Bericht. A A P. (1845) 116.

[2] Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. I. Berlin (1845—48) 8—25.

[1] 3.

[2] 7.

[3] Conf. EHRENBERG, 65, 108, TREVIRANUS, Physiologie der Gewächse. I. Bonn (1835.) 20. Dictionnaire universelle d'histoire naturelle. X. Paris. 1849. CAMILLE MONTAGNE Phycologie czímű czikke.

UNGER, Die Pflanze im Momente der Thierwerdung. Wien (1843) II. és XIV. Brief.

STEIN III. 12.

Vagy egészen téveseknek tartották azokat, — s Ingenhouss méltán panaszkodik, hogy némely természetbúvár annyira meg van győződve a dolog lehetetlenségéről, hogy megvizsgálására még csak fáradságot sem vesz magának,[1] — vagy pedig könnyelműen úgy magyarázták, hogy a moszatok bizonyos körülmények között ázalékállatkákká s ezek ismét moszatokká változhatnak, mely felfogás ellen Ehrenberg méltán emelt erélyesen szót.[2]

Unger, ki már 1827-ben foglalkozott a *Vaucheria clavata* szaporodásával, szintén nem jutott elődeinél sokkal több eredményre, s csak 1842-ben, midőn a *Vaucheria* tanulmányozását ismét megkezdette, sikerült kitünő Plössel-féle mikrószkópjának erős lencséi alatt a jóddal megölt rajzóspórák egész felületén finom csillószőröket felfedezni s konstatálnia, hogy ezen rajzók a csillószőrös ázalékállatkákkal, valamint a *Hydroidoknak* és *Medusáknak* Meyen, Loven, Ehrenberg, Siebold és Sars épen felfedezte embrióival egészen megegyeznek, miből azután azt következtette, hogy a *Vaucheria* s a többi moszatok mozgó csirái valóságos állati embriók, melyek azonban az állati életnek ezen kezdetleges foka fölé nem emelkedhetnek, hanem rövid állati élet után ismét állandóan visszaesnek az alsóbb növényi életbe, melyből kiindultak. «*Ezen felfogás szerint tehát a növény s állat közelebb áll egymáshoz, mint miként rendesen feltesszük, s én legalább semmi ellentmondót nem találok abban, hogy az állatvilág a teremtő erő másodszülöttének tekintendő, melyet a növényvilágnak meg kellett előznie. — A növényvilág, — mint* Oken *találóan mondja, — az állatvilág méhe.*»[3] Nem szenvedhet kétséget, hogy azon élénk, ragyogó irályával hódító s lelkesedésével magával ragadó tizennyolcz levél, melyben Unger vizsgálatainak gyönyörű eredményeit a «növénynek állattá válásáról» közzétette, daczára a bennök előforduló kissé túlságos vérmes spekuláczióknak, a moszatok rajzóspórák által való szaporodásának ismeretéhez az első alapmunkát képezi.

A Phycologia terén halhatatlan érdemű Thuret még ugyanazon évben megerősíté Unger felfedezését, s egyúttal azt is közölte, hogy az *Oedogonium*-fajok rajzóspórái egy csillószőrkoszorút, a *Conferva rivularis*- és *glomeratá*-éi pedig két finom ostort s egy piros szemfoltot viselnek s hogy e szerint a moszatok szabályszerű fejlődésmenetéhez tartozó szabadon mozgó spórái minden tekintetben megegyeznek Ehrenberg számos ázalékállatkájával.[1]

[1] Conf. Treviranus, op. c. 23.

[2] 37.

[3] 96. 97.

Ezen egyre szaporodó s lassankint szélesebb körben helyeseknek ismert felfedezésekre támaszkodva, Siebold nem csupán a *Bacillariákat* és *Closterinákat* zárta ki, mint Dujardin, a Protozoumok közül s utasította a növényországba, hanem egyszersmind Ehrenberg bélnélküli ázalékállatkái közül mindazokat, melyek a moszatok rajzóspóráitól lényegesen nem különböznek: tehát az összes *Monadinokat, Cryphomonadinokat, Volvox-, Vibrio-* és *Dinobryiumféléket* s csupán az *Astasia-* és *Peridiniumféléket* fogadta be. Siebold azon elvnek hódolt, hogy az állat- és növényország között szoros határ van, s a legalsóbb állatok s növények közötti különbség legfőbb bélyegét a test összhúzékonyságában, illetőleg merevségében vélte felismerhetni. Bármennyire hasonlítanak is az egysejtű növények bizonyos Protozoumokhoz, mégis élesen különböznek ezektől az által, hogy testök merev, míg az állati test összhúzódó.* Hogy a legalsóbb lényeknek összhúzódásbeli képességre, illetőleg ennek hiányára alapított kettéválasztása önkény alkalmazása nélkül nem vihető keresztül, ez ismereteink jelen állásánál alig szenvedhet kétséget. Az általánosan s méltán növényeknek tartott *Chytridiumfélék* némely képviselőinek rajzói ép oly összhúzódók, mint az *Amoebák*;[2] a *Volvox* termékenyítő rajzóinak szüntelen alakváltoztatásai egészen megegyeznek az *Astasiafélékével*, a *Myxomycetek* rajzói, főleg pedig *Amoebái* és *plasmodiumai* összhúzódás tekintetében a gyökérlábúakkal versenyeznek stb. De Siebold-nak sem sikerült, hogy elvét következetesen érvényesítse; míg ugyanis az egészen merev *Chlorogonium euchlorumot* s a szintén merev testű *Peridiniumféléket, Chatomonasokat* a Protozoumok közé felvette, addig a *Dinobriumféléket*, melyek ép oly összhúzódók, mint az *Astasiafélék*, s voltaképen nem is egyebek tokot lakó s egyenkint rajzó, vagy telepes *Astasia-* vagy *Euglena-*

[1] Recherches sur les organs locomoteurs des Algues. Ann. des sc. nat. Botanique. 1843. II. Ser. XIX. 266.

* Az idézett művön kívül tüzetesebben kifejti ezt Siebold két értekezésében: Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis. Erlangæ. 1844. és Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) 270.

[2] Schenk A. Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreich. Würzburg. 1858.

féléknél, számos, szintén összhúzódó testű, színtelen *Monasfélével* együtt a növényországba utasította; hasonlókép növényeknek deklarálta a *Spongiákat* is, minthogy a Grant felfedezte embrióik, mint láttuk, a *Vaucheriák* csillószőrös rajzóival némi tekintetben megegyeznek. Az idegen elemektől meglehetősen megtisztított Protozoumok körét Siebold következőleg osztályozza.[1]

Protozoa.

A) **Ázalékállatkák (Infusorien) osztálya.**

Mozgószerveik főleg csillószőrökből állanak.

I. REND. ASTOMA.

Szájnélküli ázalékállatkák.

Családok: *Astasiaea, Peridinaea, Opalinaea*

II. REND. STOMATODA.

Szájjal s nyelőcsővel ellátott ázalékállatkák.

Családok: *Vorticellina, Ophrydina, Enchelia, Trachelina, Kolpodea, Oxytrichina, Euplota.*

B) **Gyökérlábúak (Rhizopoden) osztálya.**

Mozgási szerveik elágazó, mindig változó és teljesen visszavonható nyúlványokból állanak.

I. REND. MONOSOMATIA.

Családok: *Amoebea, Arcellina.*

II. REND. POLYSOMATIA. (= POLYTHALAMIA.)

Nemek: *Vorticalis, Geoponus, Nonionina.*

Első pillanatra látható, hogy Siebold egysejtűségről szóló tanának éle a «mindenütt egyenlően tökéletes fejlettség elve» ellen irányúl; s Ehrenberg, ki ezt igen jól érezte, mint a tudomány további fejlődéséből kitetszik, nagyon tévedett, ha azt hitte, hogy az új eretnektant, ellenérvek helyett, csupán tekintélyére támaszkodva, csípős rendreutasítással elejtheti, midőn Siebold ellen ezen szavakra fakad: «A szorgalmas szerzőnek mégis csak óvatosabban kellett volna a tudományt a mikroszkópi szervezetek organizacziójára vonatkozó oly új vélemények ellen oltalmazni, melyek könnyen jutnak be, de nehezen irthatók ki; mert tudvalevőleg a legtöbb író nem az igazat, hanem a hamisat tárgyalja hosszú beszéddel s szükségtelen irományokkal».[2]

Siebold-dal egészen egyidejűleg, de tőle függetlenűl, Kölliker is azon egészen új és fontos nézetet hangoztatta, hogy vannak állatok, melyek azon alaki egység értékén maradnak egész életökön át, melyből a többi állatok kiindulnak: azaz mindvégig egysejtűek. Kölliker tanát a *Gregarinafélék* tanúlmányozására alapítá s kifejté, hogy ezen még kevéssé ismert élősdi szervezetek okvetetlenűl elválasztandók a belférgektől, melyektől, szervezetökegyszerűségét tekintve, lényegesen különböznek, a mennyiben egész testök egyetlen sejtből áll, s mint az ázalékállatkáknak egy új, egysejtű lényektől képviselt családja, az ázalékállatkák közé sorozandók. Legkevésbbé sem kételkedik továbbá Kölliker, hogy a *Gregarinaféléken* kívül még más egysejtű ázalékállatkák is vannak, minők a *Bodo-, Monas-, Spirillum-, Vibrio*-nemek s több mások.[1]

A *Gregarinafélék* egysejtűsége ellen a Frantzius és Henle emelte ellenvetésekre, Kölliker az általa s az egysejtűségi tan másik megalapítója, Siebold által 1848-ban megindított s az óta oly nagy tudományos tekintélyre emelkedett folyóiratnak, a «Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie»-nak legelső értekezésében,[2] melyben a *Gregarinafélékre* vonatkozó összes vizsgálatait közli, nyomós érvekkel szállott síkra s szerencsével védelmezte s tartotta meg álláspontját. A következő évben Kölliker az *Actynophrys Sol* (helyesebben *Actinosphaerium Eichhorniit*) tárgyaló, méltán hiressé vált értekezésében nem csupán ezen s a többi gyökérlábúaknak, hanem egyszersmind, mint előtte Siebold, az összes ázalékállatkák, legfontosabb jellemének az egysejtűséget állítja, mondván: «Én abból indulok ki, hogy az ázalékállatkák, (melyekből a kerékállatkákat s a növényekhez tartozó *Bacilláriákat, Volvocineákat és Clasterinákat* kizárom) kivétel nélkül mindnyájan egyetlen sejtből állanak. Azt hiszem ugyanis, hogy a mit a *Gregarinafélékre* nézve bebizonyítottam, minden tulajdonképi ázalékállatkára áll, mint ezt v. Siebold összehasonlító bonctanában a legszebben kimutatta. Az én felfogásom szerint minden ázalékállatka egy sejttel egyenlő, mely egyik részöknél egészen zárt *(Gregarina, Opalina, Euglena stb.)*, a másiknál pedig szájjal, vagy két nyilással is el van látva. Hogy ez így van, annak, ki egy *Opalinát, Bursariafélét, Nassulát* stb. csak kissé pontosabban vizs-

[1] 10.

[2] Monatsb. d. Berliner Akad. (1848.) 235.

[1] Die Lehre von thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen nach neuesten Fortschritten dargestellt. Schleiden und Nägeli's Zeitschr. f. wissenschaftl. Botanik. II. Heft. Zürich (1845.) 97—99.

[2] Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere.

gál meg, legkevésbbé sem lehet kétsége; találni fog ugyanis többnyire összehúzódó s csillószőröket viselő, szerkezet nélküli sejthártyát, továbbá részben gyakran összhuzódó sejttartalmat, mely szemecskéket és üröcskéket zár magába s csaknem mindig egynemű, gyakran sajátságosan alakult magot.»[1]

A magas és egyszerű szervezet kérdése, mely, mint az előadottakból látható, a legalsóbb lényekkel foglalkozó tudomány történetében ismét és ismét felmerült, soha sem állott egymással oly élesen szemben, mint az utolsó harmincz év kezdetén; ezen kor búvárainak jutott azon fontos feladat, hogy a vitás ügyben véglegesen döntsenek, mit nem egyedül a véglényeken tett direkt tanulmányok, hanem a fennállásának első tizedében csak keveset haladt, ezután azonban rohamosan virágzásnak indult sejttan vivmányai tettek lehetővé.

Mielőtt azonban az utolsó harmincz év meglepő felfedezésekben igen gazdag működésének tárgyalására áttérnék, szükségesnek tartom Perty-nek hazája, Svájcz, összes parányi világát felölelő, nagyobbszabású munkájáról[2] megemlékezni, mely, mint Stein nem igazságtalanul jegyzi meg,[3] sok tekintetben elmaradt korától; mihez azonban az igazság érdekében szükségesnek tartom nyomban hozzátenni, hogy sok tekintetben ismét túlszárnyalta korát. Perty, mint egyéb sokoldalú irodalmi működése is bizonyítja, igen önálló gondolkozású tudós, ki az önmaga által kijelölt ösvényen haladva, a hol szükségesnek tartja megállapodik s mélyen behatol a dolog lényegébe, míg a másoktól fontosaknak tartott részletek nem érdeklik s ezek felett könnyű szerrel tovább halad. Ez az oka annak, hogy Perty vizsgálatai igen különböző értéküek s hogy az értékes adatokat a pontosságnak s felületességnek sajátságos keverékéből igen nehéz kiválogatni. Perty igen nagyszámú alak ismeretére támaszkodik, mely alakok között számos egészen új; vizsgálatai közül különösen azok, melyek a *Phytozoidok* finomabb szervezetére, az alakok pontos megkülönböztetésére s a szaporodásra vonatkoznak, igen nagy becsű részleteket tartalmaznak; ugyanez áll a *Rhizopodokról* is; a *Ciliatokra* vonatkozó adatai ellenben, minthogy, mint Dujardin, a magképletekre, a lüktető üröcskékre s a csillószőrözöttség finomabb viszonyaira nem nagy súlyt helyezett, határozottan felületesek s számos általa leirt *Ciliat* egészen felismerhetetlen. Perty egészben véve, ugy látszik, Dujardin-ra támaszkodik; ennek sarcode-elméletét azonban, bár mint már fennebb kiemeltem, helylyel-közzel, nevezetesen a *Phytozoidoknál* a testet protoplazmából állónak mondja, következetesen még sem teszi magáévá. *Ősállatainak (Archezoa)* körén belül, véleménye szerint, nemcsak a szervezettség többje vagy kevesebbje tekintetében, hanem még a szervezettség tipusára nézve is különbség van, s ezért a tökéletesebbeket közöttük nem egy sejttel, hanem több teljes kifejlődésre nem jutott sejt kombinácziójával hasonlítja össze.[1] E mellett Ehrenberg tanából átveszi a petéket, melyeket *blastiumoknak* nevez, s ezen kifejezés alatt, úgy mint Ehrenberg a peték alatt, a protoplazmának legkülönbözőbb értékű záradékait érti, melyeknek tovább fejlődésével azonban, úgy mint Ehrenberg, teljesen adós marad. Jó rendszer csak helyes s egyöntetű alaktani ismeretek alapján épülhet fel, ezek pedig hiányozván Pertynél, rendszerében sok eredetiséget találunk ugyan, de kevés követni valót. Ime ez a rendszer:

Subregnum: Archezoa. Ősállatok.

I. Osztály. Infusoria. Ázalékállatkák.

1. Ciliata. *Csillószőrösek.*

SECTIO I. LENGŐ CSILLÓSZŐRÖKKEL.

A) Spastica. Összepattanók.

Testöket, s ha kocsányon ülnek, gyakran ezt is képesek görcsösen összehúzni, mi közben megnyúlt testük többé-kevésbé gömb alakot ölt, kocsányuk pedig pörgén csavarodik. (Némi tekintetben a moh- és kerékállatkákkal rokonok.)

Családok. *Vaginifera, Vorticellina, Ophrydina, Urceolarina.*

B) Monima. Alakjokat megtartók.

Bár összhúzódók, egészben véve mégis megtartják alakjokat, sem össze nem pattannak, sem alakjukat nem változtatják.

Családok: *Bursarina, Paramecina, Holophryina, Decteria, Cinetochilina, Apionidina, Topina Trachelina, Oxytrichina, Cobalina, Euplotina, Colepina.*

C) Metabolica. Alakváltoztatók.

Igen összhúzódók s alakjokat proteusszerűleg változtatják. (Csillószőreik alig vehetők ki; csupán a nyakszerű nyulványaik feltűnők.)

Család: *Ophryocentrina.*

[1] ZWZ. I (1849) 210—211.

[2] Zur Kenntniss kleinster Lebensformen etc. Bern. 1852.

[3] I. 34.

[1] 51.

SECTIO. II. NEM LENGŐ, KEVÉSSÉ ÖSSZHÚZÓDÓ SZŐRÖKKEL (VAGY FONALAKKAL).

Család: *Actinophryina* (*Heliozoumok* és *Acineta*-félék egyesítve).

II. Osztály. Phytozoidia. Növényállatok.

SECTIO. I. FILIGERA. EGY VAGY TÖBB MOZGATÓFONÁLLAL.

A) A mozgatófonál a test közepéből indul ki.

Család: *Peridinida.*

B) Egy vagy több mozgatófonál a test mellső részéből, vagy ennek közeléből indul ki.

Családok: *Cryptomonadina, Thecamonadina, Astasiaea Monadina, Volvocina, Dinobryina.*

SECTIO. II. SPOROZOIDIA.

A *Chlamydomonas* és *Hysgium* (= *Chlamydococcus A. Br.*, *Haematococcus v. Fl.*) nemen kívül ide sorolja Perty a moszatoknak az előbbi csoportoktól kényszer nélkül el nem választható rajzóspóráit.

SECTIO. III. LAMPOZOIDIA.

Színtelenek, ritkán kék, sárga, pirosas (de nem zöld) színű ősállatkák, speczifikus szervek nélkül. Mozgásuk látszólag önkényes, valójában automatikus. Harántoszlással szaporodnak s lánczokat s fonalakat képeznek.

Család: *Vibrionida.*

III. Osztály. Rhizopoda. Gyökérlábúak.

Családok: *Arcellina. Spongillina, Amoebina.*

HARMADIK IDŐSZAK.

Az utolsó harmincz év búvárkodásának eredményei s a véglények ismeretének jelenlegi állása.

I. AZ ALAKOK ISMERETÉNEK GYARAPODÁSA S A VÉGLÉNYEK KÖZÖTTI ROKONSÁG.

Az utolsó három évtizednek igen gazdag eredményeit, könnyebb áttekinthetés végett, czélszerűnek tartom egyes fejezetek alá foglalva előadni.

A különböző csoportokba tartozó nagyszámú, ujonnan fölfedezett nemeket s fajokat nem tekintve, csupán azon fölfedezésekre akarok szorítkozni, melyek a véglények körét új, jellemző csoportokkal gazdagították, vagy a korábbi búvároktól kevésbbé tanulmányozott egyes csoportok részletesebb ismeretéhez vezettek.

Gregarinafélék.

Mint már említém, KÖLLIKER volt az első, ki a hosszasan belférgeknek tartott *Gregarinaféléket*, egy sejt értékével biró egyszerű szervezetükre támaszkodva, az ázalékállatkák közé iktatta. STEIN [1] szintén fölvette ezen szervezeteket a Protozoumok közé, még pedig, előbb, mint egy külön osztály képviselőit *(Symphyten)*; újabban azonban, különösen a *Monocystis*-fajok tanulmányozására támaszkodva, mint külön rendet, a *Rhizopodokkal* véli egyesítendőknek;[2] mely beosztás helyességét, ugy látszik, hogy LIEBERKÜHN, újabban pedig főleg VAN BENEDEN E. fontos fejlődéstani vizsgálatai [3] erősen támogatják. HAECKEL a *Gregarinaféléket* az *Amoebákkal* együtt a *Protoplastok* csoportjába sorolja, [4] s általában a legtöbb búvár megegyezik abban, hogy a *Gregarinafélék* a Protozoumok közé számítandók. Daczára azonban annak, hogy a *Gregarinaféléknek* a Rhizopodokkal való rokonsága kétségbevonhatatlan, még sincs helyök a Protozoumok között általánosan elismerve; így CLAUS kézikönyvében a *Schyzomycetek-, Myxomycetek-, Monadok-* és *Flagellátokkal* együtt, mint kétes szervezeteket csak függelék gyanánt említi fel a Protozoumok mellett.[1] CLAUS-szal, ki a *Gregarinafélékben* még annyi állatiságot sem talál, hogy a Protozoumok közé iktathassa, éles ellentétben áll SCHMARDA-nak tankönyve, melyben a *Gregarinafélék* úgy, mint megjelenése előtt több, mint egy negyed századdal, még mindig a *fonálférgek* békeszerető társágában foglalnak helyet.[2]

Radiolárok.

A gyökérlábúaknak legkiválóbb, bonyolódott szervezetű s fajokban szerfelett gazdag képviselőit, melyeket MÜLLER JÁNOS elnevezésével mai nap általában *Radiolároknak (Radiolaria)* neveznek, EHRENBERG mint fentebb említém, csupán finomszerkezetű kova vázaik után ismerte, s *rostélyállatkák (Gitterthierchen*, oder *Zellenthierchen, Polycystina)* elnevezése alatt az állatország egy külön osztályának képviselőiül tekintette. MEYENNEK még 1834-ből származó vizsgálatai, melyek szerint ezen lények a *Palmellaféle*

[1] Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) 221.

[2] II. 6—7.

[3] Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. des sciences. 39. Année. 2. sér. XXI. Bruxelles. 1871.

[4] Studien über Moneren. 61.

[1] Grundzüge der Zoologie. II. Aufl. Marburg u. Leipzig (1872) 102.

[2] Zoologie I. Bd. Wien. (1871) 314.

moszatok közé iktatandók, a *Radiolárok* szervezetére semmi felvilágosítást sem szolgáltatnak; annál fontosabbak azonban HUXLEY-nek 1851-ben, MÜLLER JÁNOS-nak 1858-ban közlött vizsgálatai, melyek kiderítették, hogy ezen érdekes lények a Protozoumok körébe tartoznak; még pedig HUXLEY szerint, a *Foraminiferek* és *Spongiák* között képeznek átmenetet, MÜLLER JÁNOS szerint pedig mint valódi gyökérlábúak (*Rhizopoda radiolaria*, vagy egyszerűen *Radiolaria*), ezek közé sorolandók. CLAPARÈDE és LACHMANN, nem különben HAECKEL, fényesen kiállított nagyszerű monografiájában,[1] s egyebeken kívül HERTWIG RICHARD[2] ezen felfogást minden kétség fölé emelték, s így a Rhizopodok egy új, felette érdekes csoporttal gazdagodtak.

Heliozoumok.

A kizárólag tengeri *Radiolárokra*, különösen az *Acanthometrafélékre* bizonyos tekintetben emlékeztetnek, bár sokkal egyszerűebb szervezetűek, bizonyos gyökérlábúak, melyek közül az *Actinophrys, Actinosphaerium és Acanthocystis* nemek néhány képviselői, az u. n. *napállatocskák (Sonnenthierchen)* már EHRENBERG, sőt régibb búvárok előtt is ismeretesek voltak. Ezen csinos kis szervezeteknek, különösen FOCKE, GREEFF, CIENKOWSKI, SCHULZE E. FERENCZ, CARTER, WALLICH, HERTWIG és LESSER vizsgálatai után, 1868-tól kezdve igen nagyszámú képviselői lettek ismeretesek, melyek *édesvizi Radiolárok* (FOCKE és GREEFF) * vagy helyesebben *Heliozoumok* (HAECKEL) elnevezése alatt a gyökérlábúak egy külön csoportja gyanánt ismertettek el.

Monerek.

Míg az újabb vizsgálatok egyrészt igen bonyolódott szervezetű gyökérlábúaknak (minők a *Radiolárok* s részben némely *Heliozoumok* is) fölfedezésére vezettek, másrészt ismét az egyszerűség eszményképeinek, «szervnélküli szervezetek» (Organismen ohne Organe), a HAECKEL-től *Monereknek* nevezett legegyszerűbb élőlények ismerétére; ezeknek két csoportját, a *Labomanereket* és *Rhizomonereket*, felfogásom szerint az *Amoebaféléktől* és *Heliozoumoktól*, melyeknek legegyszerűbb alakjaitól csupán a mag hiánya, tehát csupán negativ jegyek által térnek el, alig lehet elválasztani. Ezen legegyszerűbb lények, melyek tengeri és édesvízben egyaránt előfordulnak s majd a nagyítói látás végső határán állanak, majd ismét aránylag tekintélyes, egész 1 mm-nyi nagyságot érnek el (*Protogenes primordialis, Protomyxa aurantiaca*), élő ősanyagból, sarcodéból, protoplazmából állanak, melyben semmi elkülönült részeket nem lehet megkülönböztetni; s majd az Amoebákéhoz hasonló karélyos, vagy hengeres, újjalakú, majd ismét, mint a Heliozoumok, finom sugaras, el nem ágazó, vagy elagázó s hálózatokat képező állábakat nyujtanak ki; mint a Rhizopodok, állati módon táplálkoznak s majd egyszerű oszlással szaporodnak, majd ismét, miután magukat betokozták, apró gömböcskékre esnek szét, melyek a tok megpukkantával kiszabadúlva, egy ideig *Monas-alakban* rajzanak, de csakhamar ismét visszatérnek a *Rhizopod-alakba*. A szaporodás tekintetében is megegyeznek tehát a Rhizopodokkal. Az első *Monert (Protogenes primordialis)* HAECKEL fedezte fel 1864-ben Nizza mellett a Középtengerben,[1] melyhez a nevezett búvártól és CIENKOWSKI-től leírt több új alak (*Protomoeba, Protogenes Protomonas Vampyrella*) járult.[2] HAECKEL újabban[3] *Tachymonera* elnevezés alatt a *Schyzomyceteket* is a *Protistaország* első osztályát képező *Monerek* közé számítja, miben, tekintetbe véve a *Schyzomyceteknek* a többi *Monerektől (Lobamonera* és *Rhizomonera)* csupán csak a mag hiányában megegyező, de különben lényegesen eltérő alaktani viszonyait, bizonyára nem fog követőkre találni.

Legújabb időben SCHMITZ, ki hæmatoxylinnel való festéssel a sejtmagot számos oly növényi sejtben mutatta ki, mely eddigelé magnélkülinek tartatott, kiemeli annak valószínűségét, hogy további vizsgálatok a sejtmag jelenlétét a *Monereknél* is ki fogják mutatni.[4] S csakugyan, ha tekintetbe vesszük, hogy újabb vizsgálatok a sejtmag jelenlétét oly gyökérlábúaknál is kimutatták, melyeket mindeddig magnélkülieknek tartottak, — így nevezetesen a *Foraminiferek*, HERTWIG RICHARD és SCHULZE E. F. vizsgálatai szerint, több magot rejtenek protoplazma-testükben —; ha tekintetbe vesszük, hogy az újabban fölfedezett legegysze-

[1] Die Radiolarien. Berlin. 1862.
[2] Zur Histotogie der Radiolarien. Leipzig. 1876.
* Vannak azonban tengeriek is.

[1] ZWZ. XV. 360.
[2] HAECKEL, Studien über Moneren.
[3] Das Protistenreich. 87.
[4] Ueber die Zellkerne der Thallophyten. Separat-Abdr. aus den Sitzungsb. der niederreihnischen Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. 1879. p. 29.

rűbb gyökérlábúaknál is kimutatták a magot: csak ugyan nagy valószínűség szól SCHMITZ föltevésének helyessége mellett — Én részemről, bár igyekeztem a magnélküli gyökérlábúakkal megismerkedni, mindannak daczára, hogy némely *Monerek* HAECKEL szerint közönségesek, a *Vampyrellákon* kívül más *Monert* nem találhattam; vajjon azonban a *Vampyrellák* csakugyan állandóan nem birnak-e maggal, ez idő szerint még kétségesnek látszik; HERTWIG RICHARD és LESSER ugyanis azt állítja, hogy a *Leptophrys elegansnak*, mely kétségkívül azonos a *Vampyrella vorax-szal*, egy példányában, mely elnyelt testeket nem tartalmazott, három halvány magot különböztetett meg.[1]

A Bathybiusról.

Nem hagyhatom e helyen említés nélkül a rejtélyes természetű s oly gyorsan híressé vált *Bathybiust*, melynek fölfedezése egy ideig lázas izgatottságban tartotta a tudományos köröket, mit nyomban követett a láz utáni kimerülés. A transatlanti telegráf-kábel lerakását megelőző tengerfenék-vizsgálatok alkalmával Irland és Új-Fundland között már 1857-ben felfedeztek egy átlagosan 12,000 lábnyi mélységben elhúzódó tengerfenéki síkságot, mely egész felületén szerfelett nyúlós iszappal van borítva s apró mészhéjú Rhizopodokat, főleg *Globigerina*-féléket és sajátságos rétegzett mészkorongocskákat, *Coccolitheket* rejt magában, ugyanolyanokat, minőket SORBY a krétából ismertetett. Ezen sajátságos nyúlós, nyálkás iszapot a helyszínén SIR WYVILLE THOMSON és WILLIAM CARPENTER vizsgálták meg 1868-ban s ezt írják róla: «*Ezen iszap valóban eleven volt; egyes rögökbe gyűlt össze, mintha tojásfehérje volna hozzá elegyítve, nagyító alatt a ragadós tömeg élő sarcodénak bizonyúlt be.*»[2] HUXLEY-nek 1868-ban tett pontos mikroszkópi vizsgálatai szerint, melyeket erős borszeszben konzervált tengerfenéki iszapon végzett, az iszap részint igen apró, részint szabad szemmel is megkülönböztethető, különböző alakú rögöcskékből áll, mely mikrochemiai kémlelés eredményei után itélve, protoplazmának tartandó, s beléje a már említett mésztestecskék vannak beágyazva. HUXLEY ezen tengerfenéki élő protoplozmát *Bathybius Haeckelii* névvel jelölé. HAECKEL-t terjedelmes vizsgálatai, melyeket szintén borszeszben konzervált tengerfenéki iszapon végzett, egészben véve a HUXLEY-éivel megegyező eredményekre vezették; ő is a *Myxomycetek* plazmodiumaihoz hasonló, karélyos, hálózatos tömegekben találta a *Bathybiust*, melyet a *Rhizomonerek* csoportjába sorol.[1] Ezen vizsgálatok szerint bebizonyítottnak látszott, hogy az óczeán mélységes mélyében végtelen egyszerűségű, tiszta protoplazmából álló lények folytatják számlálatlan évezrek óta titokszerű életüket. Talán azon ősprotoplozmát fedeztette fel a szerencsés véletlen, melyből minden élő eredetét vette, azon *ősnyálkát (Urschleim)*, melynek az élet méhében a tengerben való előfordulását már OKEN s az őt követő természetbölcselők sejtették? Avagy az egész csak hiú álom, vérmes tudósok csalódásának szüleménye? — A SIR WYVILLE THOMSON vezetése alatt állott Challenger-expediczió 3½ évre terjedő földkörüli búvárútjában a legszorgalmasabb keresés daczára, sem találta a tenger fenekén élő protoplazmát. «WYVILLE THOMSON tanár — mondja HUXLEY[2] — azt közli velem, hogy a Challenger búvárainak élő *Bathybius* felfedezésére irányított legjobb törekvései meghiusultak, s hogy komolyan azt lehet gyanítani, hogy azon valami, melynek én ezen nevet adtam, nem igen lehet több, mint kénsavas mész, melyet czafatos állapotban csapott le az erős borszesz, melyben a tengerfenéki iszap tartatott. Az egészben azonban az a legkülönösebb, hogy ezen szervetlen csapadék alig különböztethető meg a fehérje-csapadéktól.» — A mi a *Bathybius* záradékait, a *Coccolitheket* illeti, ezek, mint erre először CARTER figyelmeztetett, nyilván mikroszkópi ugynevezett *mész-moszatok*. — HUXLEY ezek után a *Bathybiust* műterméknek s a tenger fenekén élő protoplazma létezését megczáfoltnak tartja. A tengerfenéki ősnyálka létezésében már a priori kételkedők gúnymosolya kiséretében eltemetett *Bathybiust* azonban ismét csakhamar feltámasztotta halottaiból az északamerikai sarki útazásban mint természetbúvár részt vett BESSELS EMIL, ki a tengerfenéki élő protoplazmáról ezeket írja: «Az utolsó amerikai északsarki expediczió alkalmával a Smith-Sundban 92 fonálnyi mélységben, nagy mennyiségű egynemű szabad protoplazmát találtam, mely a jól ismert *Coc-*

[1] AMA. X. Suppl. (1874) 57.

[2] Annals and magaz of nat. hist. 1869. vol. IV. 151. — Conf. HAECKEL, Studien über Moneren; és: Das Protistenreich.

[1] Das Protistenreich. 87.

[2] Nature, Aug. 19. 1875. Quaterly Journ. of microscop. science 1875. XV. 392. Conf. HAECKEL, Das Protistenreich, 77.

colitheknek nyomát sem tartalmazta. Én ezen szervezetet, melyet élve vizsgálhattam, valóban spartai egyszerűsége miatt, *Protobathybiusnak* nevezem. Az expediczió útleirásában ezen szervezetet lerajzoljuk s leirjuk. Itt csak annyit akarok megjegyezni, hogy ezen tömegek tiszta protoplazmából állottak, melyhez csak történetesen voltak azon mészből részecskék keveredve, melyből a tengerfenék alakult. Végtelen ragadós, hálószerű képződmények ezek, melyek pompás amoebaszerű mozgásokat végeznek, karminrészecskéket, valamint más idegen testeket fölvesznek s élénk szemecsekáramlásokat mutatnak.»[1] Ezek után nem lehet kételkedni, hogy a *Bathybuis* léte még sem álom, s hogy, bár körülirtabb helyeken, de tényleg mégis rejt a tengerfenék egyszerű protoplazmából álló élőlényeket; feltéve persze, hogy BESSELS észlelete nem csalódás, vagy szándékos misztifikáczió, mit feltenni sem okunk, sem jogunk nincsen.

Myxomycetek.

1858-tól kezdve DE BARY-nak fontos vizsgálatai[2] egészen új, idegen elemet hoztak a gyökérlábúak szomszédságába s ezeknek a növényország felé élesen körülírtnak vélt határát lerontották. Az egészen általánosan a Gastromycetek közé sorolt ú. n. *nyálkagombák (Myxomycetes Wallr., Myxogastres Fries)* fejlődéséről DE BARY föllépése előtt, csupán annyi volt ismeretes, s ezt MICHELLI már 1729-ben közölte, hogy a Gastromycetekével megegyező sporangiumaik tejfelszerű, nyálkás állományból sarjadzanak ki, melytől elnevezésök is kölcsönöztetett. DE BARY-nak a fejlődés tanulmányozására tett igen pontos és terjedelmes tenyésztési kisérletei azon, csakhamar BAIL, WIGAND (részben HOFFMANN) és CIENKOWSKI által megerősitett, igen meglepő eredményre vezettek, hogy ezen gombák sporáiból, ha azok bizonyos ideig (12—24óráig) vizben tartatnak, élénk mozgású rajzók bujnak ki, melyek semmiben sem különböznek bizonyos Monasoktól. Színtelen, kissé megnyúlt protoplazma-testökben egy magot s 1—2 lüktető üröcskét lehet megkülönböztetni; testök mellső részéből pedig egy, ritkábban két finom örvényző fonál, ostor indul ki, melynek segélyével, folytonosan hossztengelyök körül hömpölyögve, fürgén úszkálnak. Ezen szabad úszáson kívül azonban a Monasokhoz hasonló kis rajzók szilárd alzaton való mászkálásra is képesek; ez esetben örvényző ostorukat visszahúzzák, ellapúlnak s hegyes állábakat nyujtanak ki, úgy, hogy mindenben megegyeznek bizonyos apró actinophrysszerű Rhizopodokkal; mások ismét ostorukat visszahúzva, olvadó cseppként folynak s mindenben megegyezni látszanak az *Amoeba guttula* és *A. Limax* elnevezés alatt ismeretes *Amoeba*-félékkel. Igen meglepő az, hogy a monasszerű rajzók, mintha csak *önálló Monasok* volnának, oszlás által szaporodnak. A tenyészet haladtával a Rhizopodokhoz hasonló képződményekből, az ú. n. *Myxoamoebákból*, nagyobb, protoplazmából álló tömegek fejlődnek, még pedig, mint CIENKOWSKI igen pontos vizsgálatai bizonyítják,[1] oly módon, hogy több *Myxoamoeba* egymással összefoly s *plasmodiumot* képez. Ezen plasmodiumokban, melyek az összefolyt *Myxoamoebák* protoplazmájából állanak, magokat nem lehet többé megkülönböztetni; hyalin kéregrétegökben ellenben CIENKOWSKI nagyszámú, váltogatva összehúzódó és kitáguló üröcskéket különböztetett meg. A legmeglepőbb azonban az, hogy a Rhizopodok módjára mászkáló *Myxoamoebák* és plasmodiumok épen úgy, mint a valódi Rhizopodok, idegen testeket kebeleznek be s azokat nyilván meg is emésztik.[2] A plasmodiumok

[1] Hæckelina gigantea. Ein Protist aus der Gruppe der Monothalamien. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. IX. Neue Folge II. 2. H. 277.

[2] Bot. Zeit. 1858. Die Mycetozoen. Ein Beitrag zur Kenntniss der niedersten Thiere. ZWZ. X. (1859). Regensberger Flora XX. 1862 No. 17, 18. 19. Handbuch der physiolog. Botanik II. B. I. Abth. Leipzig. 1866.

[1] Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomycetes und das Plasmodium. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. III. 1863.

[2] MECSNIKOV erre nézve ezeket mondja: «Mi sem könnyebb, mint, nemcsak fínom, szétosztott festőanyagoknak és keményítő szemecskéknek, hanem még oly durva testeknek is, minők a főzött szikszemecskék s a különböző állatoknak harántcsikolt izomrostjai, a plasmodiumok belsejébe való felvételét megfigyelni. Mindezen testek azonban 24 óráig és még hosszasabban is maradnak a plasmodiumban a nélkül, hogy határozottan oly változásokat mutatnának, melyek emésztési folyamatra utalnának; ellenkezőleg a felvett testek nagyobb része ismét kivettetik. Jobb eredményeket adtak a Physarum világossárga plasmodiumainak a Phloebeomorpha rufa megpuhított sclerotiumsejtjeivel tett etetési kisérleteim. Ily sejteket a plasmodium nem csak könnyen vesz fel, hanem oly változásokat is tesz rajtok, melyek emésztésre vallanak. A sejtek halványak lesznek és lassankint elkisebbednek, míg végre nem lehet többé megkülönböztetni.» Schriften der neurussischen Gesellsch. d. Naturforscher in Odessa. V (1877) 2. Conf. Zool. Anzeiger V. (1882) 311.

több kisebbnek összefolyásától egyre növekednek s bizonyos fajoknál gyakran egész ökölnyi nagyságú s még nagyobb tömegek fejlődnek ki, melyek hálózatosan összefont protoplazmából állanak, melyeknek finom fonalas nyulványaiban, mint a Rhizopodoknál, élénk szemcseáramlás látható; e mellett lassan mozognak, helyöket változtatják s még függélyes irányban is pl. nedves fatörzseken felmásznak. A plasmodiumokból végre igen rövid idő lefolyása alatt sporangiumok sarjadzanak, melyekben belső sejtképződés útján fejlődnek ki a spórák, s ezeken kívül a *Myxomycetek* egy részénél még egy sajátságos rugalmas fonálhálózat, a *capillitium* képződik, mely a sporangium megpukkantával a spórákat minden irányban szétszórja. De Bary vizsgálatainak meglepő eredményei után azon következtetést vonja, hogy a *Myxomycetek*, bármennyire hasonlítsanak is sporangiumaikkal a gombákhoz, tekintetbe véve életöknek azon szakát, melyben egészen megegyeznek bizonyos Protozoumokkal, a növényországból az állatországba helyezendők át, s ezért *Mycetozoumoknak*, azaz *gombaállatoknak* nevezi; egyúttal kimondja annak lehetőségét, sőt valószinűségét is, hogy az *Amoebák* talán valamennyien a *Mycetozoumok* fejlődéskörébe tartoznak. Ugyanezen véleményben, azaz a *Myxomyceteknek* a Rhizopodok közé való beosztásában, osztozik Bail is.[1] De Bary álláspontjának Hoffmann és Wiegand ellen való védelmezésében a Cienkowski által leirt *Monas parasiticának*[2] s a *Gregarinaféléknek* a *Myxomycetekkel* lényegében megegyező fejlődésmenetre hivatkozik s a következő parallellát állítja fel:[3]

Myxogastres	Monas parasitica.	Gregarinafélék.
Spóratömlő	tok (Cyste)	tok,
Spórák	rajzóspórák	psorospermiunok,
Rajzósejt	rajzóspórák	növekedő amoeba-szerű testek.
Amoebaállapot	Amoebaállapot	
Nagy összehúzódó fonalak		Gregarinák
Spóratömlő	tok	tok.

Cienkowski-nak a *Monadok* fejlődésére vonatkozó igen nagybecsű vizsgálatai, melyek egyikére az épen idézett parallellában de Bary is hivatkozik, azon eredményre vezettek, hogy ezen állati módon táplálkozó parányi mikroszkópi szervezetek fejlődésmenete a *Myxomycetekével* annyira megegyezik, hogy általok a *Myxomycetek* és *Protozoumok* közötti kapocs mindinkább szorosabbra fűződik. Bizonyos *Monadok* ugyanis,[1] melyeket Cienkowski *Monadeae zoosporeae* névvel jelöl, nevezetesen a *Monas (=Protomonas Haeck) amyli*, *Pseudospora parasitica (= Monas parasitica)*, *Ps. Nitellarum* és *Ps. Volvocis*, életöknek első szakát a *Myxomycétekével* egészen megegyező rajzók alakjában *(Monas-alak)* kezdik meg, melyek egyidei rajzás után a *Myxoamoebáktól* semmiben sem különböző hegyes állábú gyökérlábúakká, mint Cienkowski mondja, *actinophrys-szerű Amoebákká* változnak át *(Amoebaalak)*, sőt a *Monas amylinél* több rajzó összeolvadása által kis fonalas plasmodiumok fejlődnek; az *Amoebák*, illetőleg plasmodiumok végre gömbbé huzódnak s tokot választanak ki, melyen belül rövidebb vagy hosszabb pihenés után egyes rajzókra esnek szét, melyek a tokot elhagyva, az épen vázolt tenyésztési menetet újra kezdik. Ugyanezen tenyésztési menetet követi a Haeckel *Monereinek* egy része, igy a *Protomyxa aurantiaca* s a *Protamoeba Huxleyi*; más *Monadoknál* ellenben, nevezetesen a Cienkowski *Colpodella pugnaxánál*, kiesik a fejlődésmenetből az *Amoeba-alak*, míg a Cienkowski-től *Monadeae tetroplastae* névvel jelölt csoportnál *(Vampyrella, Nuclearia)* ellenkezőleg a *Monas-alak* nincs képviselve. Ezen vizsgálatokra Cienkowski bizonyára jogosan alapítja azon állítását, hogy a *Monadok* és *Rhizopodok* közé sorolt bizonyos alsóbb Protozoumok a legközelebbi rokonságban állanak a *Myxomycetekkel*; mindezekhez hozzájárul még azon újabb vizsgálatoktól elért eredmény, hogy a *Heliozoumoknak* is úgy, mint Cienkowski *Monadainak* fejlődésmenetében *Monas-* és *Rhizopod-alak* váltakozik, sőt a *Radiolaroknak* fejlődésmenetét, mint Hertwig Rikhard mondja, szintén a *Myxomycetekével* lehet legjobban összehasonlítani.[2]

Míg azonban az ujabb búvárlatok a *Myxomycetek* és *Rhizopodok* közötti közel rokonságot mutatták ki, más irányban tett vizsgálatok eredményei ismét szorosabbra fűzték a kapcsot a *Myxomycetek* s a többi gombák között. Brefeld ugyanis a *Dictyostelium mucoroidesben* egy összekötő alakot fedezett fel a *Myxomycetek* és *Mucorineák* között, Faminczin és Voronin pedig kimutatták, hogy az *Isarieák* közé sorolt *Ceratium hydnoides* s a *Hymenomycetek Polypo-*

[1] Ueber die Myxogastres Fr. (Myxomycetes Wallr.) Verhandl. der K. K. Zoolog. bot. Gesellsch. (1859) 34.

[2] Die Pseudogonidien. Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Bot. I. (1857) 371.

[3] Flora XX. (1862) 303.

[1] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. 1865.

[2] Zur Histologie der Radiolarien. 81.

rus nemének alnemébe tartozó *Polystica reticulata*, fejlődésmenetét tekintve, a *Myxomycetek* közé tartozik, miből azt következtethetnők, hogy a *Myxomycetek* között a gombák különböző tipusai vannak képviselve.[1]

A botanikusok azon mai nap általánosan követett felfogása ellen, hogy a *Myxomycetek* a gombák közé osztandók be, ugyancsak egy botanikus, SCHMITZ, emel legújabban ismét szót, ki visszatérvén DE BARY-nak álláspontjára, azt hangsúlyozza, hogy a Rhizopodoktól sokkal nehezebben választhatók el, mint a gombáktól.[2]

Az előadott buvárlati eredmények látszólag ugyan bonyodalmat idéztek elő, tényleg azonban tisztázták a biológiának egy sarkalatos és még mindig vitás alaptételét, a mennyiben kimutatták, hogy a gyökérlábúak, melyek magasabb alakjainál az állatiságot egyáltalában nem lehet kétségbe vonni, a *Myxomycetek* révén a növényektől el nem választható gombákkal szakadatlan sorozat által vannak összekapcsolva s hogy, mint PERTY mondja:[3] «Az élet legalsóbb lépcsőjén álló lényekre az állat és növény populáris fogalma többé nem illik.» A ki ezen igazsággal megbarátkozni nem akar, annak nem marad egyéb hátra, mint Nagy Sándorként ketté vágni a megoldhatatlan csomót, azaz a természetes határvonalak hiányában önkényüleg választottakhoz tartani magát, mi természetesen szubjektiv felfogások mezejére s mint oly tartományoknál, melyeknek természetes határai nincsenek, örökös határvillongásokra vezet.

Labyrinthulafélék.

Meg kell e helyen emlékeznem a CIENKOWSKI-től felfedezett sajátságos *Labyrinthula-félékről*,[4] melyek úgy látszik, hogy a véglényeknek egy külön csoportját képviselik, bár némi tekintetben a *Monadokra* s *Myxomycetekre* emlékeztetnek. A *Labyrinthulafélék* a tengerben alámerült tárgyakra vannak telepedve s csoportosan élő orsóalakú sejtekből állanak, melyek buroktalanok, egy-egy magot tartalmaznak, s alakjukat változtatják. Ezen sejtek sajátságosan csúszkálnak egy általok kiválasztott finom hálózatokat képező fonalakból álló pályán, mintegy sínhálózaton, melyet a legkülönbözőbb kerülő utakon kalandoznak be; később csoportokba egyesülnek s közös tokot választanak ki, melyen belül az egyes sejtek külön-külön tokozzák be magokat s egy idei pihenés után négy fióksejtre oszlanak, mely utóbbiak tokjaikat elhagyva, ujonnan lerakott családi sinhálózaton kezdik meg csúszkáló mozgásaikat.

Flagellátok.

Az úgynevezett *ostoros ázalékállatkák, Flagellátok*, azaz a véglények azon nagy csoportja, melyet DUJARDIN legelőször egyesített egy külön rendbe, melynek képviselői egy vagy több ostoralaku örvényző fonál által («filaments flagelliformes») jellemeztetnek s melyeknek megjelölésére COHN ajánlotta először 1850-ben az azóta általánosan elfogadott *Flagellata* elnevezést,[1] — a véglények többi csoportjaihoz képest meglehetősen elhanyagoltattak s csak a legújabb időben részesült alakjaiknak ismerete tetemesebb gyarapodásban. CLAPARÈDE és LACHMANN nagy munkájokban csak a *Cilioflagellatokat*, EHRENBERG *Peridiniumféleit* dolgozták fel s a többi Flagellátokról csupán egyes elszórt megjegyzéseket közölnek, a *Peridiniumféléket* azonban több érdekes tengeri alakkal (számos *Dinophysis* faj s az uj *Amphidinium* nem) gazdagították. FRESENIUS 1858-ban[2] *Monas consociata* elnevezés alatt kocsonyás, nyálkás állománytól összetartott, korongalakú telepeket alkotó *Monadinát* írt le, melyet később CIENKOWSKI[3] *Phalansterium consociatum* névvel jelölt s egy rokon alakkal, a *Phalansterium intestinummal* együtt ismertetett, melynek telepei vízben lebegő el nem ágazó fonalakat képeznek. — Ugyancsak FRESENIUS *Anthophysa solitaria* elnevezése alatt merev kocsányon ülő csoportos *Monadinákat* írt le, melyek nyilván azonosak az EHRENBERG-től a *Vorticellaféléhez* sorolt *Epistylis Botrytis*-szel. Egy

[1] Ceratium hydnoides Ab. et Schw. und Polystica reticulata Fr. (Polyporus reticulatus Nees) als zwei neue Formen von Schleimpilzen. Bot. Zeit. 30. Jahrg. (1872) 613.

[2] Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungb. der niederrhein. Gesellsch. f. Natur und Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. (1879) 21.

[3] Ueber die Grenzen der Sichtbaren Schöpfung, nach den jetzigen Leistungen der Mikroskope und Ferngläser. Sammlung gemeinverständlicher wissensch. Vorträge. Von K. VIRCHOW und Fr. von HOLTZENDORFF IX. ser. Berlin 1877.

[4] Ueber den Bau und die Entwickelung der Labyrynthuleen AMA. III. iii. 1867.

[1] Nachträge zur Naturgeschichte der Protococcus pluvialis Kützing. Nova acta acad. Cæs. Leop. Carol. Nat. Cur. XXII. ii. 1850.

[2] Beiträge zur Kenntniss mikroskopischer Organismen. Frankfurt a M. 1858.

[3] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. iv. 1870.

amerikai búvár, JAMES-CLARK, ugyanezen Flagellátot *Codosiga pulcherrima* névvel jelölte s egyszersmind számos más vele közel rokon, eddig ismeretlen színtelen Flagellátnak (*Bicosoeca, Codonoeca, Salpigoeca*) adta pontos leírását. Mindezen Flagellátok szervezeti viszonyaikat tekintve, egészen megegyezni látszanak a Spongiák ostoros sejtjeivel s mint ezek, egy sajátságos *gallérral* (collar) vannak ellátva, melynek közepéből indul ki az egyetlen, hosszú, fonalas ostor. JAMES-CLARK 15 Flagellátnak, továbbá egy mészszivacsnak, a *Leucosolenia (Grantia) botryoidesnek,** tanulmányozására támaszkodva, azon felfogáshoz jutott, hogy a szivacsok, melyeknek ostoros sejtjei mindenben megegyeznek az általa leirt Flagellátok szervezetével, nevezetesen általános alakjokon s gallérok közepéből kiinduló ostorukon kívül még az által is, hogy 2, szabályos időközökben váltogatva lüktető, űröcskéjök s szájnyilásuk van, melyen át nem csupán vizet, hanem még evvel együtt apró idegen testeket is fölvesznek, tehát esznek, hogy a szivacsok, ismétlem, Monad-telepeknél nem egyebek. JAMES-CLARK szerint ugyanis a szivacstest legjellemzőbb s egyedül lényeges részét a járatokat kibéllelő, azaz az entodermát képviselő *Manadokból* alakult réteg (*Monadigerous layer*) képezi; a spiculumokat tartalmazó, de különben szerkezetnélküli külső réteg (*Cytoblastematous layer*) ellenben, azaz, a mit HAECKEL ectodermának mások mesodermának tekintenek, nem egyéb, mint egy «*Common dormitory*», melyen a *Monád-társaság* nyugszik. Ezen felfogáshoz híven a szivacsokat a Flagellátok egyes családjaiba (*Monadoidæ, Bicosaecidæ, Codosigoidæ, Anthophysidæ* etc.) véli be osztandóknak.[1]

JAMES-CLARK-nek ezen felfogása a spongiológok részéről, kik mai-nap valamennyien LEUCKART-nak 1854 óta követett beosztásához csatlakoznak s a szivacsokat Cœlenteratoknak tekintik, hidegen utasíttatott vissza s mellette tudtommal csak egy hang emelhetett, STEIN-é, ki nem tartja azt egészen elvetendőnek.[2]

Számos új alakot irt le legújabban BÜTSCHLI egy a Flagellátok pontosabb ismeretét lényegesen előmozdító értekezésében.[1] Mindazon dolgozatok közül azonban, melyek EHRENBERG óta a Flagellátokkal foglalkoztak, a legfontosabb kétségkivül STEIN 1859-ben megkezdett nagyszabású monografikus munkájának 1878-ban megjelent III. része,[2] mely az összes Flagellátokkal foglalkozik s ezeknek ismeretét minden irányban egy hatalmas lépéssel előre viszi. E nagy terjedelmű munkából, melyet STEIN maga egész élete legnehezebb s legfáradságosabb, de egyszersmind legjobb dolgozatának is tekint, eddigelé csupán a még befejezetlen általános rész jelent meg, de a már megjelent részből is, mely a rövid osztályzást s a magyarázattal ellátott táblákat tartalmazza, kivehető, mily nagyszámú új alakkal s mily tömérdek új alak- s életani adattal gazdagitandja az utolsó 30 év legnagyobb búvára a Flagellátoknak ismeretét.

A moszatok és gombák rajzóspórái meg a Flagellátok közötti viszony.

A moszatok rajzóspóráinak fölfedezése, mint fennebb kifejtém, UNGER és THURET vizsgálatai következtében már 1843-tól kezdve, tetemesen megingatta azon felfogást, hogy a Flagellátok a csillószőrös ázalékállatkák mellé tartoznak s SIEBOLD-ot arra indította, hogy az *Astasia* és *Peridiniumfélék* kivételével az összes Flagellátokat a növényországba utasitsa.

A legalsóbb növények kifejlődése körül tett újabb tanulmányok a Flagellátok egy részének a moszatokkal való legszorosabb rokonságát csak még megerősítették, s BRAUN SÁNDOR-nak, NÄGELI-nek, COHN-nak s másoknak vizsgálatai mind azon eredményre vezettek, hogy a levélzöldet tartalmazó Flagellátok nagy része, nevezetesen a *Volvocineák*, a *Palmellaceák* rendébe tartozó egysejtű moszatoktól erőszak nélkül el nem választhatók s velök mint egy külön család képviselői, okvetetlenül egyesitendők. Ugyanez áll a *Chlamydomonasok-* és *Chlamydococcusokról* (*Haemmatococcus Flotow*) is, melyek a *Protococcaceák* családjában lelik természetes helyöket. Ez utóbbiakkal pedig kétségségkivül legszorosabb rokonságban állanak EHRENBERG levélzöldet tartalmazó *Monasféléi*: *Monas grandis, M. tingens, Uvella virescens, M. Bodo, Microglena*

* HAECKEL szerint a szóban forgó szivacs nem Leucosolenia botryoides, hanem valószínűleg az Ascortis fragilisszal azonos. Die Kalkschwämme I. Berlin. (1872) 25.

[1] On the Spongiæ Ciliatæ as Infusoria Flagellata; or Observations on the Structure, Animality, and Relationship of Leucosolenia botryoides, Bowerbank. Memoirs read before the Boston society of natural History. iii. Boston 1867.

[2] III. 10.

[1] Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. ii. 1878.

[2] Der Organismus der Infusorienthiere. III. Abth. Mit 24 Kupfertafeln. I. Hälfte. Leipzig. 1878.

punctifera, M. monadina, Doxococcus ruber, D. Pulvisculus), a *Cryptomonasfélék* és *Astasiafélék* tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmazó képviselői, a *Dinobryiumfélék,* a *Cyclidiumfélék* közé sorolt *Chaetomonas,* s végre még a zöld vagy barna *Peridiniumfélék* is, melyek a *Volvocineáktól* s a *Chlamydomonastól* alig választhatók el; s LEUCKART csak következetesen járt el, midőn mindezen Flagellátoknak helyét a moszatok között jelölte ki.[1]

A legalsóbb gombák szaporodásának jelenlegi ismerete továbbá azt tanítja, hogy a *Phycomycetek* rendébe tartozó több gomba-család képviselői, nevezetesen a *Peronosporák, Saprolegnia-* és *Chytridiumfélék,* melyek sok tekintetben a zöld *Siphoneák* és *Protococcaceák* színtelen parallel csoportjait képviselik, szintén rajzóspórák által szaporodnak, melyek oly viszonyban állanak a színtelen Flagellátokhoz, nevezetesen a *Monasfélékhez,* mint a moszatok rajzóspórái a zöld Flagellátokhoz: azaz tőlük alaktani tekintetben alig térnek el.

E szerint tehát oda jutottunk volna, hogy az összes Flagellátokat a növényország tagjai gyanánt tekintsük.

Nem, ezt mindaddig nem tehetjük, míg a csillószőrös ázalékállatkákat is be nem osztjuk a növényországba. — Vannak ugyanis oly Flagellátok, melyek szájjal, garattal s alfelnyílással, sőt némelyek protoplazmatestük kéregrétegében még összehúzódó rostokkal, myophanrostokkal is birnak *(Euglenák* és *Astasiafélék)* s a csillószőrös ázalékállatkáktól csupán a csillószőrözet hiánya vagy épen csak az ostor előfordulása miatt térnek el; még pedig ezek nem valamely külön csoportot képeznek, hanem gyakran még nemileg is csak nehezen választhatók el oly alakoktól, melyek egészen növényi módon levélzölddel hasonítanak át, sőt ez utóbbiak magok is a csillószőrös ázalékállatkák bizonyos jellemző jegyeivel birhatnak.

Eléggé ismeretes, hogy a legalsóbb növények körében vannak bizonyos parallel alakok, melyek egymásnak valóságos másait képezik, úgy hogy egymástól csak annyiban különböznek, hogy az egyik alak tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmaz, és a zöld növények módjára, míg a másik levélzöldet nem tartalmaz, s a gombák módjára táplálkozik. OERSTED ezen parallel alakoknak következő sorozatát közli:

A) Tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmazók:	B) Szintelenek:
Oscillatoria	*Beggiatoa.*
Spirulina	*Spirochaeta.*
Leptothrix	*Leptomitus.* / *Hygrocrocis.*
Palmellaceae	*Cryptococcaceae.*
Chlamydomonas	*Ch. hyalina.*
Synedra (phycoxanthint tartalmazó fajai.)	*Synedra putrida.*[1]

Sőt azt is kimondhatjuk, hogy az összes moszatok és gombák szintén csak ily parallel csoportok, melyeket NÄGELI a levélzöld jelenlétében vagy hiányában rejlő jellem után mesterségesen választott ketté, s morfologiai szempontból feltétlenül helyeselhető számos illetékes búvárnak, pl. SACHS-nak, azon eljása, hogy a moszatokat s gombákat közös csoportba foglalja.

A mi a levélzöldet tartalmazó és szintelen legalsóbb növényekről áll, teljes mértékben érvényes az a Flagellátokra is. Ezek között is vannak parellel alakok, melyek gyakran még nemileg sem választhatók el; míg azonban az egyik alak tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmaz s növények módjára hasonít át, addig parallel alakja levélzöld nélküli s a csillószőrös ázalékállatkákéval egészen megegyező szájjal és garattal van ellátva, s egészen az állatok módjára táplálkozik. Ilyenek pl. a következő Flagellátok:

A) Tiszta vagy módosúlt levélzölddel, növényi Flagellátok:	B) Levélzöld nélkül (v. ennek csak nyomaival), szájjal s garattal, állati Flagellátok:
Cryptomonas-fajok	*Chilomonas Paramecium.*
Euglena-fajok	*Astasia (Peranema)* fajok.
Peridinium-fajok	*Gymnodinium* fajok.*

Ide sorozható még az OERSTED-től is felemlített *Chlamydomonas Pulvisculus,* parallel alakjával, a *Ch. hyalinával,* mely nyilván azonos a *Polytoma Uvellával Ehrb.,* a többi állati Flagellátoktól azonban garat hiánya miatt különbözik.

Az épen előadott sorozat parallel alakjainak legbensőbb rokonságát senki sem vonhatja kétségbe, s mégis, ha a szervezeteknek növényekre s állatokra

[1] Nachträge und Berichtigungen zu dem I. Bd. von J. VAN DER HOEVEN's Handb. d. Zoologie. Leipzig. (1856) 8.

[1] OERSTED, System der Pilze, Lichnen und Algen. Leipzig. (1873) 141.

* STEIN a pánczél nélküli s állati módon táplálkozó *Peridiniumféléket* a *Gymnodinium*-nembe foglalja, melyhez a *G. Vorticellát* St, *G. Pulvisculust* St. *(= Peridinium Pulvisculus Ehrb.), G. roseolumot St. (= Glenodinium roseolum Schmarda)* számítja. (III. 90.)

való populáris megkülönböztetéséhez ragaszkodunk, nem tehetünk egyebet, mint hogy egyik részüket a növényországba, a másikat pedig az állatországba iktassuk, melyekben a csillószőrös ázalékállatkák ép oly közeli rokonaik, mint amazoknak a Palmellaceák. A *Cryptomonasok* s *Euglenák,* épen úgy mint a *Chlamydomonas Pulviscus* is, rajzó idejök befejeztével vagy átlátszó, színtelen kocsonyás burkot választanak ki *(Gloeococcus-állapot),* vagy pedig szilárd czelluloze burkot *(Chroococcus-állapot)*; — az előbbi esetben rövidebb, az utóbbiban többnyire hosszabb pihenés után ismételt oszlás által szaporodnak; az ifjú nemzedék azután rajzásra kel, hogy az épen leirt tenyészési folyamatot ismételje. Ha már most ezen tiszta levélzöldet vagy ennek módosulatát tartalmazó s egészen a növények módjára táplálkozó rajzók sem szervezeti s táplálkozási viszonyukat, sem tenyészésük menetét tekintve, nem térnék el a Palmellafélék családjába tartozó egysejtű moszatoktól (*Palmella, Gloeocystis, Tetraspora, Vacuolaria stb.*), legkevésbbé sem akadhatunk fenn azon, hogy CIENKOWSKI a *Cryptomonas ovatát,* a *Chlamydomonast,* s az *Euglenákat* a *Palmellaceák* közé sorozza.[1]*

A *Peridiniumfélék,* mint CLAPARÈDE és LACHMANN vizsgálatai bizonyítják, levetvén páncZélukat, orsó- vagy félholdalakú tokokká változnak, melyeken belül egy új nemzedék fejlődik. Úgy látszik, hogy ebben az alakban a *Peridiniumfélék* is megegyeznek bizonyos egysejtű moszatokkal s a Palmellaceákkal szintén igen közeli rokonságban állanak.

A minő közel jutnak azonban a levélzöldet tartalmazó Flagellátok, pihenési idejök alatt, az egysejtű moszatokhoz, úgy, hogy ezektől alig választhatók el: ép oly közel állanak szintelen parallel alakjaik, — világosan kivehető szájuk s garatuk lévén s elnyelt idegen testekkel táplálkozván, — a csillószőrös ázalékállatkákhoz. STEIN bizonyára jogosan emeli ki, hogy bizonyos szintelen Flagellátok egész szervezetöket tekintve, félreismerhetetlen analogiát mutatnak bizonyos csillószőrös ázalékállatkákkal.[2] Valóban a legnagyobb mértékben meglepő azon megyezés, mely különösen a test általános alakját s a garatnak szerkezetét illetőleg bizonyos szintelen Flagellátok és Ciliatok között van, úgy, hogy egymástól csupán az ostor jelenléte, illetőleg hiánya következtében térnek el, s ha e jellemre nagy súlyt nem fektetnénk, okvetetlen egymás mellé volnának a rendszerben helyezendők. Ezen megegyezés annyira fokozódhatik, hogy csak igen erős nagyítás alkalmazása s éles megfigyelés mellett lehetséges bizonyos Flagellátokat a Ciliatokhoz tartozó szakasztott mássaiktól megkülönböztetni. Épen nem lehet azon csodálkozni, hogy EHRENBERG pl. az *Astasia (Peranema) trichophorát Trachelius trichophorus* név alatt a csillószőrös *Tracheliusfélék* családjába, egy *Craspedomonasfélét* s az *Anthophysát* pedig a *Vorticellafélék* közé helyezte; hiszen bizonyos apró *Craspedomonasféléket* még 1852-ben STEIN is fiatal *Vorticelláknak* tartott;[1] sőt én igen valószinűnek tartom, hogy a GREEFF RICHÁRD-tól *Epistylis minutus* elnevezés alatt leirt és rajzolt parányi *Epistylis*-telep, melynek egyénei 400-szoros nagyítás alatt csak mintegy 4 mm. nagyságúak,[2] sem egyéb az Epistylishez bámulatosan hasonlító *Dendromonas virgariánál* STEIN, melyet már előbb WEISSE *Epistylis virgaria* név alatt írt le. A *Bicœcafélék* családjába tartozó Flagellátok, melyek más irányban a *Dynobryionfélékkel* állanak rokonságban, némi tekintetben az *Ophrydiumfélék,* nevezetesen *Cothurniák* és *Vaginicolák* szervezetét ismétlik. Az összetéveszthetésig nagy továbbá az a megegyezés, mely a *Peridiniumok* szintelen alakjai, azaz: a *Gymnodiniumok* s a *Cyclodiniumfélék* családjába tartozó *Urocentrum Turbo* között van. S ismét egy cseppet sem lephet meg az, hogy JAMES-CLARK az utóbbi csillószőrös ázalékállatkát *Peridinium Cypripedium* elnevezés alatt, mint a *Peridiniumfélék* egy új faját irta le.[3] A szervezeti eltérés a *Gymnodinium* és *Urocentrum* között csak abban áll, hogy az utóbbinál a testet két nem egészen egyenlő félre osztó, gyűrűs mélyedést szegélyező, csillószőrökön kivül, a nagyobb

[1] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 426.

* Különben a gömbbé húzódva betokozott Euglenákat már KÜTZING is a moszatok közé sorolta; a *Mycrocystis austriaca* és *M. Noltii* ugyanis az *Euglena sanguineának,* a *M. olivacea* és *M. minor* pedig az *E. viridisnek* látszik megfelelni.

[2] III. p. V.

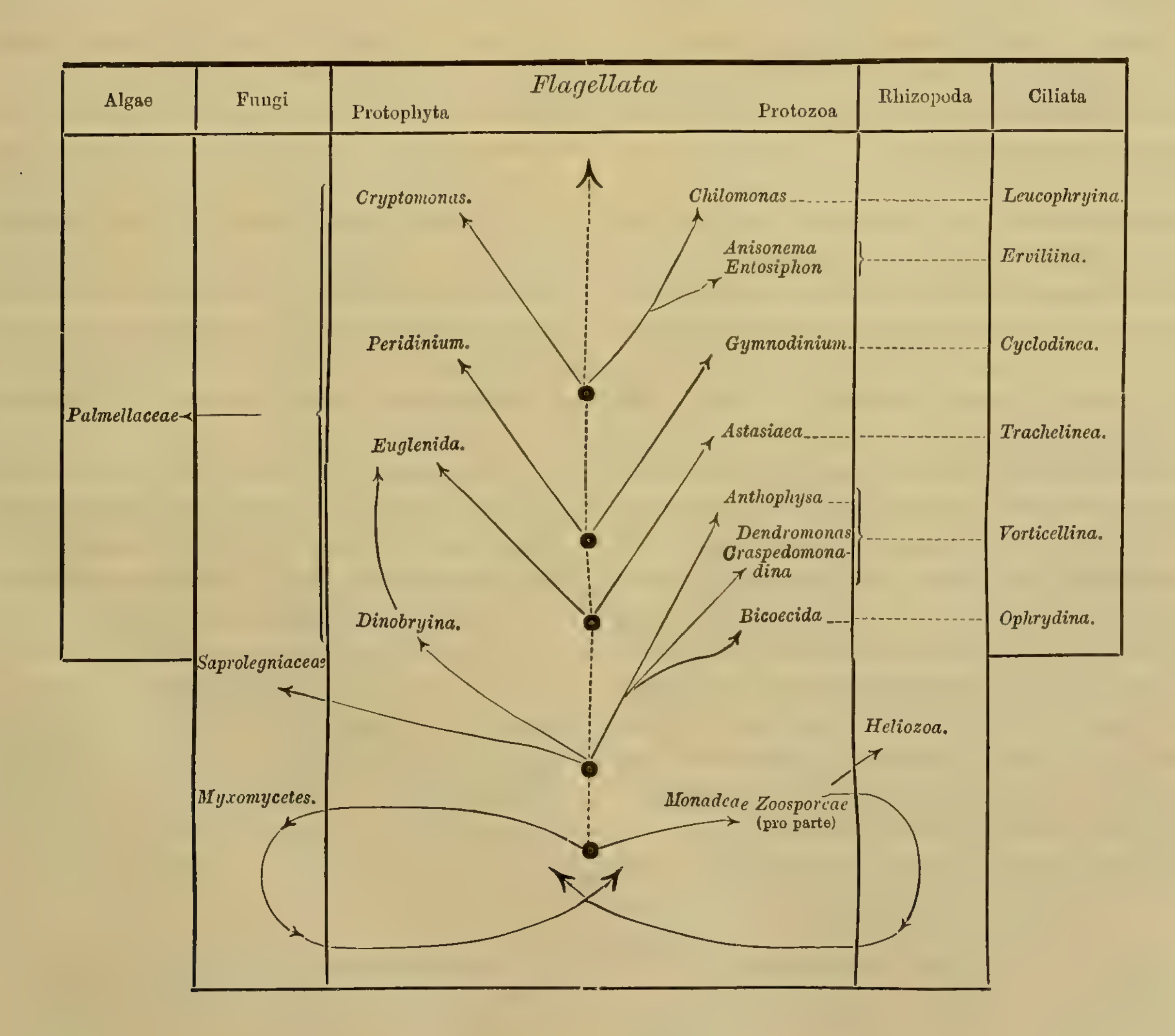
[1] Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. 481.

[2] Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen AN. 36—37. Jahrg. (1870—71) t. VI. f. 5.

[3] Proofs of the Animal Nature of the Cilioflagellata Infusoria, as based upon Investigations of the Structure and Physiology of one of the Peridiniæ (Peridinium Cypripedium, n. sp.). — Proceeding of the American Academy of the Arts and Sciences. February, 1865. Conf. STEIN II. 148.

testfél végét kivéve, az egész test meglehetős hosszú, de igen vékony, gyengéd csillószőröktől borított,* s továbbá, hogy az ostort egy hosszú csillószőrökből összepödört elhegyesedő bojt helyettesíti. Ez az utóbbi különbség alig tartható fontosnak, minthogy a *Monasfélék* egy fajokban gazdag neménél, a rovarok s békaálczák belében gyakran tömérdek mennyiségben előforduló *Lophomonasoknál,* az ostort szintén hosszú, finom csillószőrből pödört bojt helyettesíti. A *Chilomonas Paramecium* végre, melyet PERTY levélzöldet tartalmazó parallel alakjaival, a *Cryptomonas*-fajokkal, nem minden jogosúltság nélkül vont össze egy fajba (*Cryptomonas polymorpha* PERTY), testalakját s garatjának szerkezetét tekintve, épen úgy megegyezik a *Leucophryisfélék* családjába tartozó *Colpidium Colpodával,* valamint a *Chilomonas* legközelebbi rokonai az *Anisonema-* és *Entosiphon*-nembe tartozó Flagellátok az *Erviliafélékkel.* — E szerint tehát a Flagellátok között ismét a Ciliatokkal parallel futó alakokra akadunk, úgy, hogy mindent tekintetbe véve, a Flagellátokat, ismereteink jelen állása mellett, tényleg ép oly kevéssé vagyunk képesek a véglényeknek — legyen szabad a kifejezést használnom — legállatiabb képviselőitől, a csillószőrös ázalékállatkáktól elválasztani, mint e gyökérlábúaktól, moszatoktól s gombáktól, melyekkel többé-kevésbbé szoros rokonsági kapcsokkal vannak összefűzve, mit néhány Flagellátnak következő, magyarázatra alig szoruló, rokonsági táblázatával akarok érzékíteni.

* Ilyennek találtam én, többször ismételt vizsgálataim után, az Urocentrum csillószőrözetét, míg STEIN a *Cyclodinafélék*-nél (*Urocentrum, Didinium, Mesodinium*) csupán 1 vagy 2 csillószőr-övet különböztet meg (II. 148), mi ha állana, csakugyan nem lehetne az *Urocentrumot* a *Peridiniumfélék*től elválasztani.



Ha mindezek után a Flagellátok rokonsági viszonyait puhatoljuk, nem lehet fel nem ismernünk azon igazságot, melyet Bory de St. Vincent 1828-ban igen találóan fejezett ki a következő szavaival: «A természettudományokban a tanulmányozás könnyítésére elfogadott országokra, rendekre, osztályokra, sőt nemekre való összes beosztás többé-kevésbbé önkényes. Ha a típusoknak tartott tárgyakat tekintjük, igaz, hogy megkülönböztető jegyeik első pillanatra meglepnek, de meglepnek egyszersmind azon árnyalatok is, melyek a határokon szétmosódnak. A legjellemzőbbek az egyiknek a másikba való átmenetével végződnek; az emlékezőtehetség segítségére képzelt határvonalakat vontak, melyeket a természet maga nem emelt ki, valamint nem vont határvonalakat azon különböző szalagok között sem, melyek a szivárványt alkotják.» [1]

A ki ezen igazságban megnyugodni nem tud, annak nem marad más hátra, mint az, hogy vagy az összes Flagellátokat a növényországba helyezze, mint ezt Leuckart ajánlotta 1856-ban, vagy hogy az állatokhoz sorolja, de egész következetességgel s a fatális konzekvencziák elől való kitérés nélkül, mint Diesing tette 1866-ban, midőn ezeket mondja: «különös tekintetbe vételt érdemelnek még azok a szervezetek, melyeket némely botanikus a moszatok rajzóspóráinak tartott 1, 2, 4 vagy több ostorral s gyakran egy piros ponttal. — Azon föltevésből indulva ki, hogy a szóban forgó szervezetek pontosabb tanulmányozása ezeknél is ki fogja jövőben mutatni a szájnyilást s a *Prothelminthek* testének belsejében annyira jellemző összehúzódó hólyagocskákat, azt hiszem, hogy ezen ostoros s többnyire piros foltos rajzóspóráknak vélt szervezeteket a növényországból el kell távolítani, s a moszatokban élősködő s fejlődésöket ezekben átélő *Monasféléknek* kell tekinteni.» [2] Vagy végre, oly általános értékű szervezeti különbségeket kell kimutatni, melyekkel a Flagellátok állati csoportja a növények rajzóspóráitól élesen különbözik. Ez utóbbit kísértette meg legújabban Stein, de mint a priori várható, nem juthatott kielégítő eredményre. Stein a rajzóspórák és állati Flagellátok közötti különbséget abban vélte feltalálni, hogy az utóbbiaknak minden esetben a csillószőrös ázalékállatkákéval egyenértékű magjuk s lüktető üröcskéjük van, melyek a rajzóspóráknál egészen hiányzanak.[1] Ezen állati jegyekre támaszkodva egészen ugyanazon terjedelemben vette be a Flagellátokat az állatországba, mint Ehrenberg; azaz: a szájjal és garattal ellátott s állatok módjára táplálkozó Flagellátok mellé még fölvette a *Dinobryion-*, *Chrysomonas-*, *Chlamydomonas-*, *Volvox-*, *Hydromorium-*, *Cryptomonas-* és *Chloropeltisfélék* családjait, melyek (a *Cryptomonasfélék* néhány képviselőjét kivéve) mind egészen a növények módjára táplálkoznak, azaz tiszta vagy módosult levélzöldjökkel hasonítanak át. Ismereteink jelen állására támaszkodva azonban egész határozottsággal állítható, hogy Stein megkülönböztető jegyeinek általános értéket nem lehet tulajdonítani; még pedig nem azért, mintha Stein-nak nem sikerült volna pontos vizsgálataival a magot s lüktető üröcskéket az összes, általa állatoknak tekintett Flagellátnál kimutatni, hanem azért, mert mind a magok, mind a lüktető üröcskék — a gombák- és gyökérlábúakkal egyaránt szorosan összefont *Myxomycetek* rajzóit és *Myxoamoebáit* nem is tekintve, — több moszat rajzóinál is tényleg előfordúlnak. A mi először is a magot illeti, erre nézve Schmitz legújabb fontos dolgozata veendő tekintetbe,[2] melyben kimutatta, hogy haematoxylin-festés alkalmazásával sikerül számos moszat- és gombasejtben az eddig ismeretlen magot felfedezni. Nevezetesen: a *Vaucheriák* rajzóspóráinak színtelen kéregplasmájában több, szabályos távolságokban álló mag van, mely eddig egészen elkerülte a búvárok figyelmét; nemkülönben fölfedezte Schmitz a sejtmagot a *Codium*, *Drapalnaldia*, *Saprolegnia* stb. rajzóspóráiban. Maupas továbbá, Stein ellenében kiemeli, hogy a *Confervafélék* családjába tartozó *Microspora floccosá*-nak, valamint az *Oedogoniumok* rajzóspórái maggal ép úgy el vannak látva, mint a *Volvoxfélék* sejtjei.[3] Ezek után tehát igen valószínű, hogy a további vizsgálatok egyéb moszatok rajzóspóráinak magját is ki fogják mutatni. A mi pedig a lüktető üröcskéket illeti, ezekre nézve kiemelendő, hogy Fresenius az

[1] Dictionnaire classique d'histoire naturelle. XIV. Paris (1828) 330.

[2] Revision der Prothelminthen. Abth. Mastigophoren. Sitzungsb. der math. naturwiss. Classe der kais. Akademie der Wiss. L. i. Wien. (1866) 288—89.

[1] III. 47.

[2] Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungsb. der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. 1879.

[3] CR. 1879. Conf. Bot. Ztg. 26. Sept. 1879. No. 39. p. 628.

Apiocystis Brauniana nevű *Palmellacea* rajzóspóráinál már 1858-ban kimutatta a lüktető üröcske jelenlétét,[1] Cienkowski pedig fölfedezte a lüktető üröcskéket a *Gloeocystis-*, *Pleurococcus*,- *Tetraspora-*, *Palmella-*, *Hydrurus-*, *Vacuolariá*-nál.[2] Ezen észleletek ellenében fel lehetne ugyan hozni, hogy csakis azt bizonyítják, hogy a felsorolt *Palmellaceák* a növényországból az állatországba teendők át, mire Stein különösen három *Palmellaceára*, a *Tetrasporára*, *Gloeocococcusra* és *Dictyosphaeriumra* nézve igen hajlandónak látszik.[3] De bizonyára nem lehet ugyanezt mondani a *Stigeaclonium*, *Chaetophora* és *Draparnaldia* rajzóspóráiról, mely két előbbinél Cienkowski,[4] az utóbbinál pedig Dodel-Port két, szabályos időközökben összehúzódó, lüktető üröcskét fedezett fel;[5] vagy az *Ulothrix zonata* rajzóspóráiról, melyeknél Strasburger minden 12—15 másodpercz alatt lüktető üröcskét mutatott ki,[6] mely fölfedezés helyességét Dodel-Port ezen moszatnak mind makro-, mind mikrozoospóráira nézve megerősítette;[7] vagy végre a burgonyabetegséget okozó *Peronospora infestans* egészen a *Heteromita* nevű *Monad*-nak szervezetével biró rajzóspóráiról, melyeknél de Bary szintén kimutattá a lüktető üröcske jelenlétét.[8] Mindezekből az következik, hogy valamint másoknak, úgy Stein-nak sem sikerült az állati és növényi Flagellátok között általános értékű különbségeket kimutatni, — még pedig kétségkívül azért nem, mert ily különbségek egyáltalán nincsenek.

Catallacták.

Haeckel *Magosphaera Planula* elnevezés alatt egy sajátságos tengeri véglényt írt le, mint egy külön csoportnak, a *Catallacták* csoportjának képviselőjét, mely életének különböző szakaiban, mint felfedezője mondja, majd egysejtű moszatnak, majd *Volvox-félének*, majd *csillószőrös ázalékállatká*-nak, majd végre *Amoebá*-nak volna tartható.[1] A *Magosphaerák* életűknek első szakában mintegy 0·07 mm. átmérőjű, nagy maggal ellátott, gömbölyű, sárgás protoplazmájú sejtek, meglehetős vastag, átlátszó burokkal, mely ott, hol a gömb moszatokra van tapadva, egy mycropyleszerű nyílással van megszakítva. — A *Magosphaera* ily módon betokozva, igen hasonlít egy egysejtű moszathoz, vagy még inkább egy állati petéhez. Ezen sejt, mint valamely holoblasticus pete, szabályos oszlás utján 2, 4....32 fióksejtre esik szét, melyek a burok megpukkantával egy ideig még együtt maradnak, s mint egy Volvoxgömb, szabad rajzásra kelnek. A családgömb egyes sejtjei csengetyűalakúak, s a gömb középpontján egy-egy farkszerű nyúlványnyal épen úgy függenek össze, mint pl. a *Synura Uvella* sejtjei; a Volvoxfélék egyéneitől azonban a levélzöld teljes hiányán kívül még abban is eltérnek, hogy a családgömb felületét képező csonkított végük nagyszámú, finom, hosszú csillószőrökkel borított. A Volvoxfélék vagy Planulaálczák módjára hömpölygő gömbök, egy idei rajzás után, szétesnek egyes sejtjeikre, melyek egy-egy nagy magon kívül még egy lüktető üröcskét is tartalmaznak, s testük szabását tekintve, igen hasonlítanak a peritrich ázalékállatkákhoz, melyek még egy ideig vígan úszkálnak s karminszemecskéket mohón nyelnek el; később azonban visszahúzzák farkukat s csillószőreiket, változó állábakat bocsátanak ki s egészen úgy viselik magukat, mint valóságos Amoebák. Ez utóbbiaknak betokozódását Haeckel közvetetlenül nem észlelte ugyan, de fölteszi, hogy a petékhez hasonló gömbök az egyideig szabadon élő Amoebákból fejlődnek. Ha a leirt fejlődésmenet csakugyan egy önálló véglényé, úgy bizonyára megérdemli azon nagyérdekű csoport, melybe tartozik, a *Catallacta*, azaz *közvetítő* (καταλλακτης = közvetítő) elnevezést, mert a véglények különböző csoportjait közvetíti.

Noctilucafélék.

Már 1836 óta ismeretesek, Suriary vizsgálatai után, a *Noctiluca miliaris* elnevezéssel jelölt apró tengeri szervezetek, melyek gyakran nagy területeken ujjnyi vastag nyálkás réteg alakjában vonják be a tenger felületét, éjjel fényt árasztanak, s fő okozói az Európa körüli tengerek világításának. A *Noctilucát*

[1] Beiträge zur näheren Kenntniss mikroskopischer Organismen. Abgedr. aus den Abhandl. der senckenbergischen nat. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1858.
[2] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 422.
[3] III. 50.
[4] Ueber Palmellenzustand bei Stigeoclonium. Bot. Ztg. XXXIV. (1876) 70.
[5] Ulothrix zonata, ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. d. wiss. Botanik X. (1876) 449.
[6] Ueber Zellbildung und Zelltheilung. I. Aufl. 157.
[7] Op. c. 448.
[8] Huxley, Az állat- és növényország határöve. Ford. Horváth Géza. Term. tud. közl. IX. (1877). 70.

[1] Studien über Moneren. 139.

előbb a *Hydromedusák* közé, a *Diphydák* családjába sorolták, s úgy látszik, hogy Dujardin volt az első, ki miután Doyère a *Noctilucá*-nak a *Gromiák*-kal való rokonságára figyelmeztetett, az ázalékállatkák közé sorozandónak tartotta, mint a *Peridiniumfélék* rokonait.[1] Újabb vizsgálatok megerősítették azt, hogy az egysejtű *Noctiluca miliaris* egyrészt a gyökérlábúakkal, másrészt a Flagellátokkal áll rokonságban s a véglények egy külön osztályának (*Noctilucae aut., Cystoflagellata Haeckel, Myxocystodea V. Carus*) képképviselője. A *Noctilucá*-nak mintegy 1 mm. nagyságot elérő, gömbölyüded vagy vesealakú, szintelen, átlátszó teste finom, szerkezetnélküli hártyával van burkolva s mint a baraczk, délkörös mélyedéssel ketté van osztva. Ezen délkörös mélyedés egyik végén van a szájnyilás, mely egy chitinszerű, kemény, hegyes fogalakú képletet visel; e mellől egy finom, szerkezetnélküli ostor, s továbbá egy vastagabb, harántúl csíkolt tapogatószerű nyulvány indúl ki, mely Schultze M. szerint feltünően emlékeztet egy *Medusá*-nak, az *Aeginopsis mediterranea*-nak, párkányfonalaira,[2] s ez a *Noctiluca* tulajdonképi evező-szerve. A szájtól egy tölcsérszerű mélyedés vezet a test protoplazma-tömegébe, melyből minden irányban sugaras nyúlványok indúlnak ki, s melyek a környék felé finoman elágazódva, a test cuticuláris burkát belülről bevonó protoplazma-rétegen végződnek s egészen olyanok, mint a gyökérlábúak állábai, vagy a növénysejtek sugaras plasmafonalai, és a test víztiszta nedvvel kitöltött belsejében áramló protoplazma-gerendázatot képeznek. Lüktető üröcskék hiányzanak, a protoplazma tömegében ellenben egy nagy mag foglal helyet. Az elnyelt tápszerek, Diatomeák, Oscilláriák, kisebb héjasok (Crustacea) stb., mint az ázalékállatoknál, üröcskékben emésztetnek meg.

A *Noctiluca miliaris* a *Noctilucafélék* osztályának egész a legújabb időig egyedüli képviselője volt, s csak az 1876/7. év telén sikerült Hertwig Richardnak egy vele közel rokon szervezetet felfedezni a messinai öbölben, melyet *Leptodiscus medusoides* név alatt irt le.[3] Ezen sajátságos szervezet oly bámulatosan hasonlít az *Eucopefélék* és *Trachynemafélék* családjába tartozó apró *Medusák*-hoz, hogy mint Hertwig mondja, első pillanatra bizonyára mindenki Medusának tartaná. Mintegy 1·5 mm.-nyi tekintélyes nagyságot elérő teste kerek s nyugalomban lapos óraüvegalakú, alul vájt, felül domborodott, középpontjától a szélek felé elvékonyodó. Úszás közben egészen úgy, mint a Medusák, testét összehúzva, harangalakot ölt s a harang alól kinyomott víz viszszalökő erejétől, mintegy lüktetve, sebesen vitetik tova, hogy nehány gyorsan egymásra következő erős lökéstől ide-oda löketve, ismét kitárt koronggal pihenve lebegjen a víz felületén. A Medusákkal való hasonlatosságot még kiegészíti az, hogy a korong szegélyébe szabályos távolságokban kis gömbölyüded képletek vannak beágyazva, mint a Medusák u. n. *szegélyszervei* (Randorgane, Randkörper), melyek azonban csupán kis protoplazma-gömböktől képeztetnek. Ezzel a Medusa-testtel való megegyezés véget ér. A korong belsejében egy középső protoplazmatömegből, mely egészen a *Spirochona gemmipará*-éval megegyező szerkezetű magot rejti magában, mint a *Noctilucá*-nál, protoplazma-hálózat indúl ki, melyet finom végek rögzítnek a korongot bevonó cuticulához. A korong domború felületéből két exczentrikusan elhelyezett s mintegy 135° tompaszög alatt egymás felé futó cső vezet a korong belsejébe; az egyik meglehetős tág s nyilván a garatnak felel meg, a másik ellenben szűk s ebből egy finom, szerkezetnélküli, fonalas ostor indul ki. Egészben véve tehát a *Leptodiscus* a *Noctilucá*tól alakján kívül a fog- s harántul csíkolt tapogató hiánya által tér el.

Szorosabb értelemben vett csillószőrös ázalékállatkák (Ciliata).

A véglényeknek legelőkelőbb, legállatiabb képviselői, a *csillószőrös ázalékállatkák*, Leeuwenhoek-tól kezdve minden időben a búvárkodás legfőbb tárgyát képezték s ennek következtében legjellemzőbb képviselőikkel korán megismerkedtek; az újabb kor búvárai a csillószőrös ázalékállatkák szervezetének s szaporodásának ismeretét ugyan tömérdek nagybecsű észlelettel gazdagították, s a haláláig (1876) tevékeny Ehrenberg, Stein, Claparède és Lachmann, Engelmann, Cohn, Wrzesniowski és mások, számos új alakot írtak le; ezeknek túlnyomó nagy része azonban a csillószőrösöknek már ismert csoportjaiba tartozik, s kevés közöttök az ismertektől többé-kevésbé lényegesen eltérő családok képviselője. Az utóbbiak közé tartozik a Stein felállította *Spirochona*-félék családja két fajjal, a *Spirochona gemmiparú*-val és *Sp.*

[1] Dictionnaire universel d'histoire naturelle. Paris 1849. VIII. 660.

[2] Polythalamien 38.

[3] Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctilucen verwandte Flagellate. Jen. Z. XI. Neue Folge IV. (1877).

Scheutenii-vel[1] Az előbbit STEIN fedezte fel, az oly érdekes ázalékállatkákat viselő édesvizi *Gammarus Pulex*-nek kopoltyúlevelein, az utóbbit pedig SCHEUTEN, amsterdami kereskedő, édessel kevert tengervízben (Brackwasser) élő *Gammarusok* utópotrohi lábainak sertéin. A *Spirochonák* rövid, merev kocsányon ülő, az *Ophrydiumok* vagy a megnyultabb testű *Operculáriák* testalakjával biró, de egészen merev ázalékállatkák, melyeknek szabad felső testvégéből egy csillószőröket viselő, pörgén csavart lemezszerű gallér indúl ki; egyetlen lüktető üröcskéjük s garatjuk, elhelyezését s az utóbbi szerkezetét illetőleg is, meglehetősen megegyezik a *Vorticellafélékével;* egyetlen magjuk ellenben gömbölyödött vagy tojásdad, vagy oldalt álló magocskával, mint számos *Oxytrichafélének* magja, gyakran résszerű üröcske által ketté osztott. STEIN a *Spirochona*-féléket a *Peritrichek* rendében egy külön család képviselőinek tekinti. Egy másik, STEIN-tól felállított s szintén a *Peritrichek* közé sorolt érdekes családot képeznek az *Ophryoscolexfélék* az *Ophryoscolex (O. Purkinjei és O. inermis)* és *Entodinium*-nemmel *(E. bursa, E. dentatum és E. caudatum).*[2] Az *Ophryoscolex*-félék első pillanatra igen emlékeztetnek apró kerékállatokra s ezekkel nyilván többször össze is téveszttek,* különben közel állanak a *Spirochona*- és *Vorticellafélékhez,* de nincsenek rögzítve. Az *Ophryoscolex*-nemnél féregszerüleg megnyúlt, az *Entodinium*nál tojásdad, lapított test merev cuticulával van borítva, mellül ingmanchettehez hasonló kitolható s visszavonható erős sertékkel szegélyzett örvényszervvel; ennek alapján nyílik a száj, a test hátsó végén pedig az alfel, mely alatt az *Ophryoscolex Purkinjeinél* merev sertéktől képezett farkszerű tövis nyúlik ki; az *Ophryoscolexeknél* a test közepét, a hátat s oldalt elfoglaló erős sertéktől képezett örv övezi, mely az *Entodiniumoknál* hiányzik. Magjuk tojásdad vagy szalagalakú, oldalt álló magocskával; lüktető üröcskéiknek száma 2, vagy több. Az *Ophryoscolexfélék* a *Parameciumfélék* családjához tartozó *Isotricha intestinalis*-szal együtt egészen állandó lakói a kérődzők bendőjének s a lovak vakbelének, s oly nagy mennyiségben fordulnak elő, hogy WEISS szerint, egy gran bendőtartalomra 15—20 egyén esik, és súlyra nézve, mintegy ¼ részét képezik a gyomortartalomnak.[1] A bendőben élő ázalékállatkákról az első említést DELAFORD és GRUBY ugyan már 1843-ban tették,[2] tüzetesebb ismeretök azonban, mint említők, STEIN-nak köszönhető.

A *Peritricheknek* egy harmadik, STEIN-tól felállított uj családját, a *Gyrocorysféléket,* a *Gyrocorys oxyura* képviseli, egy kalandos termetű ázalékállatka, mely mocsárvizekben nem gyakori ugyan, de ha előfordúl, mindig nagy mennyiségben található. STEIN Niemegk és Prága körül, én magam Kolozsvár körül többször találtam kénhidrogént árasztó mocsárvízben, melyben *Beggiatoák* tenyésztek s miként STEIN, úgy én is, mindig a *Metopus Sygmoides* társaságában. A *Gyrocorys* teste körte alakú s hosszú hegyes farkba folytatódik. A merev testet hártyás parabolaszerű harangalakú köpeny környezi, melyben a *Gyrocorys* teste a harang szívekéut foglal helyet, s hátúl kissé kiáll; ezen harang a hasoldalon egy hosszirányú, sarlóalakulag hajlott, szük mezőt szabadon hagy, melyből igen hosszú csillószőrök indulnak ki; ugyanezen mező lefutásában erősebb s rövidebb csillószőrök egy a szájhoz vezető ívet képeznek. A test hátsó végén egy nagy lüktető üröcske, belsejében pedig 3—4 tojásdad mag foglal helyet. Kiemelendő még, hogy a test mellső részének háti, azaz a szájjal ellenkező oldalán sötét szemecskékből alakult szemfolt foglal helyet.

Végre STEIN 1862-ben a német orvosok s természetvizsgálóknak Karlsbadban tartott 37-ik vándorgyűlésén, *Peritromus Emmae* elnevezés alatt, egy a keleti tengerben Wismar mellett felfedezett, a *Hypotrichek* rendébe tartozó ázalékállatkát írt le, mely az *Oxytrichaféléket* a *Chlamydodontokkal* összekapcsoló új családnak *(Peritromina)* egyetlen eddig ismert képviselője. A *Peritromus* a *Kerona Polyporum* alakjával bir s szájának s szájpereméneк szerkezetét, valamint kettős magját tekintve, az *Oxytrichafélékkel* egyezik meg, egész hasoldala azonban sűrűn álló, egyenlő nagyságú finom csillószőrökkel borított, mint a *Chlamydodontoknál.* Felette feltünő s idegenszerű a *Peritromusnak* viselkedése nyugtalanításkor; ekkor ugyanis testének közepe felé görcsö-

[1] ZWZ. Z. III. (1852) 485. Továbbá: Die Inf. 206.

[2] Lotos, IX. Prag. 1859. Továbbá. Abh. der k. böhm. Gesellsch. der Wiss. X. (1858). Conf. LEUCKART's Bericht. 26. Jahrg. II. (1860) 250.

* ZÜRN pl. azt mondja, hogy a ló vakbelében kerékállatkákat talált (Die Schmarotzer auf und in dem Körper der Haussäugethiere. II. Theil. Weimar 1874 p. 443.); ezen lelet kétségkívül valamely *Ophryoscolexfélére* vonatkozik.

[1] Specielle Physiologie der Haussäugethiere. II. Aufl. Stuttgart (1869) 132.

[2] Recueil de Médecine vétérinaire pratique. Paris. 1843. Conf. WEISS l. c. 131.

sen összepattan s összegyürt lemezhez lesz hasonlóvá.[1]

Müller János a *Pentacrinus Caput Medusae* leirásánál már 1841-ben említést tett és le is rajzolt igen csinos, templomi szószék (Kanzel) alakjával biró s kovasavból álló pánczélokat, melyeket nagy menynyiségben talált az *Alecto (= Comatula) europaea* béltartalmában.[2] Ehrenberg ugyanily kovaképződményekben bizonyos sokgyomrú állatkáknak, a *Dictyocystáknak* héjait ismerte fel, s a nevezett ázalékállatkának három faját irta le 1854-ben igen röviden.[3] Haeckel részint a messinai öbölben, részint Lanzarote, a Kanari szigetek egyike, körül az Ehrenberg *Dictyocystájával* több közel rokon ázalékállatkát vizsgált pontosabban, melyekre két új családot, a *Dictyocysta-* és *Codonellaféléket* alapitotta s azokat röviden a német orvosok s természetvizsgálók 1860. tartott kőnigsbergi vándorgyűlésen, tüzetesebben pedig 1873-ban ismertette.[4] Mind a *Dictyocysta-*, mind a *Codonellafélék* igen közel állanak a *Tintinnusfélékhez*, melyektől ugy látszik, hogy maguk az ázalékállatkák csupán peremkoszorújok bonyolódottabb, de még Haeckel-től kielégítőleg nem tanúlmányozott, szerkezete által térnek el. Testük sajátságos héj fenekére van rögzítve, melybe gyorsan összepattanva, egészen viszszahúzhatják magukat, s melyet a nyilt tengerben való igen gyors úszásuk alatt, mint a *Tintinnus*-félék legnagyobb része, magukkal czipelnek. A *Dictyocystafélék* héja a képzelhető legelegánsabb alakú és szerkezetű, tiszta kovasav, s annyira hasonlít bizonyos *Radiolárok*, nevezetesen a *Cyrtidek* héjaihoz, hogy, mint Haeckel mondja, az üres héjakat, míg lakóit nem ismerte, a *Radiolárokhoz* tartozóknak tartotta. Ezen héj valamennyi ismert fajnál többé-kevésbbé harang, sisak, vagy finom faragású szószékhez hasonlít; elől tágnyilású, hátul többnyire hegyesen végződő s kisebb, nagyobb ablakok által, melyek alakjukra, nagyságukra s elhelyezésökre nézve az egyes fajoknál változnak, a legcsinosabban van áttörve. A *Codonella*-félék héja szintén harangalakú, de át nem tört, s úgy látszik, hogy tetemes kovasavtartalmú chitinszerű anyag, mely némely fajoknál sokszögletű terecskék csinos mozaikjára van elkülönülve, másoknál mellső részén csinosan gyűrüzött, a hátsón pedig szabálytalan alakú kovarögöcskéket tartalmaz.

[1] Der Org. II. 365.

[2] Abth. d. berl. Akad. 1841. p. 233. Taf. XI. f. 6.

[3] Monatsber. d. berl. Akad. 1854. p. 236. Conf. Haeckel, l. c.

[4] Jen. Z. VII. ív. (1873). 561.

Haeckel valószínünek tartja, hogy a Claparède és Lachmann-tól leirt nagyszámú tengeri *Tintinnus*-félék egy része a *Codonellafélékhez* tartozik.

Szívóázalékállatkák v. Acinetafélék.

Az újabb vizsgálatok eredményei a csillószőrös ázalékállatkákhoz igen közel rokonságban állóknak bizonyították a véglényeknek egy igen érdekes csoportját, melynek helyét korábbi búvárok, kevés alaknak hiányos ismeretére támaszkodva, majd itt, majd ott jelölték ki a rendszerben. Értem itt az *Acineta*-féléket, vagy mint Claparède és Lachmann nevezi, a *szívóázalékállatkákat (Suctoria, Infusoires sucteurs)*. Ehrenberg, mint már fennebb kiemeltem, az általa ismert öt *Acineta*-féle közül hármat függelék gyanánt a *Bacilláriákhoz*, kettőt pedig az *Actinophrys* szomszédságába, az *Enchelys*-félék családjába iktatott be, de kiemelte annak valószínüségét, hogy mindezek egy családban, az *Acineta*-félékében lesznek egyesítendők. Dujardin s Perty az *Acineta* és *Podophrya*-nemeket a *Rhizopodok* között az *Actinophrys-félék* családjába osztotta be, sőt a *Podophrya*-félék kocsány nélküli alakját 1854-ben még Stein is azonosnak vélte az *Actinophrys Sollal*.[1] Lachmann-t illeti az érdem, hogy beható vizsgálatok alapján kimutatta, hogy az *Acineta*-féléknek majd egész felületéből, majd bizonyos dúdorokból kisugárzó fonalas s többnyire egy gömböcskével végződő kitolható s visszahuzható nyulványai, szerkezetüket és élettani feladatukat tekintve, egészen eltérnek a gyökérlábúak állábaitól s hogy a rajtok, mint lépes vesszőkön megakadt ázalékállatkáknak kiszivására szolgálnak, tehát *szívónyulványok, szívólábak*, melyeknek megfelelő képletek sem a gyökérlábúaknál, sem az ostoros és csillószőrös ázalékállatkáknál nem fordulnak elő.[2] Ezen felfedezés helyességét minden későbbi búvár megerősítette. Claparède és Lachmann-nak, valamint Stein-nek vizsgálatai pedig kimutatták, hogy ezen szívólábakkal ellátott ázalékállatkákhoz igen nagyszámú, eddig ismeretlen alakok tartoznak, melyeket Claparède és Lachmann nyolcz nembe foglalt[3] s számukra a Flagellátok és Ciliatok között egy külön rendet jelelt ki, a *szívóázalékállatkákét (Suctoria)*, az *Acineta*-félék családjával. Stein, miután Acineta-elméletét, mely az ötvenes években búvárkodásának középpontját képezé, s egy ideig az ázalékállatkák nemzedék-

[1] Die Inf. 140.

[2] AAP. 1856.

[3] Études. II. 381.

változás útján való fejlődésének feltevésére vezetett, 1867-ben nyiltan s határozottan visszavonta, az *Acinetaféléket* legalább is három családra tartja szétválasztandóknak s ezek a következők: *Acinetea* (*Acineta, Podophrya, Urnula, Dendrosoma* a Claparède és Lachmann-féle *Trichophryával* egyesítve, ide tartozik továbbá még a *Sphaerophrya* is, melyet Stein *Oxytrichafélék* embrióinak tekint), *Ophryodendron* (*Ophryodendron Cl. et Lachm. = Corethria Str. Wright*), *Dendrocometida* (*Dendrocometes és Stylocometes*).[1]

Ismereteink jelen állásán határozottan állítható, hogy az *Acinetafélék* vagy szivóázalékállatkák, miként már fennebb is kiemeltem, a csillószőrös ázalékállatkákkal a legközelebbi rokonságban állanak. Nem tekintve azt, vajjon bizonyos körülmények között átalakúlhatnak-e a *Vorticellafélék*, mint Stein búvárlatainak kezdetén hitte, *Acinetákká*, minek lehetőségét ez idő szerint egészen kizártnak nem tarthatjuk; nem tekintve továbbá, vajjon a csillószőrös ázalékállatkáknak ú. n. acinetaszerü embriói valódi Ciliat-embriók-e, miknek Stein még jelenleg is tartja, vagy pedig a csillószőrös ázalékállatkák belsejébe tolakodott s ezekben gyorsan elszaporodott élősdi *Acineták*, — mely felfogás mainap legtöbb követőt számit — mindezen végleges megoldást még nem nyert kérdéseket nem tekintve, tisztán csak a teljesen kifejlődött *Acinetafélék* s embrióiknak szervezetére támaszkodva, félreismerhetetlen a Ciliatokkal való benső rokonság. Az *Acinetafélék* belső vagy külső sarjadzás útján fejlődött embriói a Ciliatoknak Stein felállította négy rendje közül hármat, csillószőrözetöket tekintve, oly tökéletesen ismételnek, hogy további fejlődésmenetöket nem ismerve, okvetetlenül ezekbe volnának beosztandók. Vannak *Acinetafélék*, melyek mint körülcsillószőrözött, mások, melyek alul, s végre olyanok, melyek, mint egész testükön csillószőrözött ázalékállatkák kezdik meg életüket. A csillószőr-öveket viselő Acineta-embriók, vagy rajzók, s a *Vorticellafélék* szabadon úszó oszlási sarjadékai között oly nagy az alaki és szervezeti megegyezés, hogy a leggyakorlottabb szem sem képes egymástól megkülönböztetni; épen ily meglepő a megegyezés az egész felületökön csillószőrözött Acineta-rajzók s az *Enchelysfélék*, nevezetesen az *Enchelys* és *Holophrya*-nem között. Lényeges különbség e mellett persze mégis van s ez abban áll, hogy a *Vorticella-* és *Enchelysféléknél* jól kifejlett s szilárd táplálék elnyelésére szolgáló száj és garat fordúl elő, mely az Acineta-rajzóknál hiányzik: azaz helyesebben, — mivel csökevényében megvan — hiányzani látszik. Stein ugyanis a *Dendrocometes paradoxus* rajzóinál elhelyezésére, lefutására és szerkezetére nézve egészen oly garatszerű szervet fedezett fel, mint a *Spirochona gemiparának* — melynek társaságában tenyészik a *Gammarus Pulex* kopoltyúlevelein, — külső sarjadzás által képződő rajzóinál,[1] mely garatszerű szervnek jelenlétét saját vizsgálataim után csak megerősíthetem; nemkülönben kivehető Stein szerint, egy a *Vorticellafélék* garatjával megegyezőnek látszó szerv az *Acineta mystacinának* s néha a *Podophrya fixa és liberának* rajzóin. Claparède és Lachmann továbbá a *Podophrya Trold* rajzóinak leirásánál szintén egy garatszerü szervről tesznek említést;[2] végre Hertwig Richárd, ki az *Acinetaféléknek* a *Ciliatokkal* való rokonsági viszonyainak puhatolásánál méltán nagy súlyt fektet az Acineta-rajzók garatjára, az általa igen pontosan tanulmányozott *Podophrya gemmipara* rajzóinál szintén állandóan talált egy a test belsejébe vezető garatszerű szervet.[3] Stein említést tesz továbbá arról, hogy több *Acinetafélének* (*Acineta solaris, A. tuberosa, A. Astaci, A. mystacina, Podophrya fixa*) rajzója egy sajátságos szájalakú szivó korongocskával van ellátva, melyből végleges rögzitődés után a kocsány nő ki;[4] hasonló mellső testvégi szivó korongocskákat talált Stein a *Bursaria truncatella* állítólagos embrióin,[5] én pedig ugyanily kidudorodó szemölcsszerű s egészen bizonyos *Enchelysfélék* felhányt ajkára emlékeztető, korongocskát észleltem az általam leírt sósvízi *Acineta* egész felületökön csillószőrözött rajzóinak úszás közben előre irányúló testvégén[6] s meggyőződtem arról, hogy e korongocskát a szilaj mozdulatokkal úszkáló rajzó, midőn egy-egy pillanatra megpihen, mint valóságos szivókorongot, rögzítésre használja. Valamint az előbb említett Acineta-rajzók csökevényes szája s garatja a *Spirochonafélék* (*Dendrocometes paradoxus*), illetőleg a *Vorticellafélék* (*Podophrya és Acineta mystacina*) és *Parameciumfélék* megfelelő szervével, ép úgy az utóbb említett Acineta-rajzók korongocskája ismét

[1] Der Org. II. 143.

[1] ZWZ. III. 495. Továbbá: Die Inf. 214.
[2] Études. III. 129.
[3] MJ. I. (1875) 44.
[4] Der Org. I. 105.
[5] Der Org. II. 306.
[6] Term. rajz. füz. II. 4. füz.

az *Enchelysfélék* ajakdudorával látszik megegyezni. — Vajjon mily magyarázatot adjunk ezen csökevényes száj, illetőleg garat jelenlétének? — HERTWIG, azt tartom, fején találta a szeget, midőn e tárgyra vonatkozólag a következőket mondja: «A *Podophrya gemmiparánál* azt észleltem, hogy valamennyi rajzónál egy egészen határozott helyzetű csöves betüremlés fejlődik ki. Ezen képződmény egészen hasonlít a Ciliatok *cystostomjához*,* s mint ez csillőszőrökkel s a vázhártyának (Skeletmembran, azaz cuticula) folytatásával van borítva. E szerint arra lehet gondolni, hogy mint oly sok más esetben, úgy ebben is előbb meg volt, a kifejlett állatnál azonban visszafejlődött szervezeti viszonyokra való emlékeztetések tartották fenn magukat, hogy a cystostommal ellátott csillószőrös rajzó ontogeneticai recapitulatiója egy valóságos csillószőrös ázalékállatkával megegyező állapotnak, melyet phylogeneticailag egykor az egész *Acineta* osztály átélt.» [1]

Ezen feltevés jogosultsága mellett látszik szólani a STEIN-től *Actinobolus radians* elnevezés alatt leírt bizarr szervezetű ázalékállatka.[2] — Ezen ázalékállatkának gömbölyüded, vagy fordított tojásalakú teste mellső végén szemölcsszerű emelkedésen nyíló szájjal, hátul pedig az egyetlen nagy lüktető üröcskével együtt nyíló alfellel van ellátva; meglehetős hosszú, zsinegalakú magja szabálytalanúl görbített; az ázalékállatka egész felülete végre egyenlően csillószőrözött. Ezen szervezeti viszonyokat tekintve tehát, az *Actinobolus* semmiben sem tér el valamely *Enchelysfélétől*; mindezekhez hozzájárúl azonban egy kétségbevonhatatlan *Acineta-jellem*, az t. i. hogy egész felületén a csillószőrök között fonalas tapogatók, szívólábak nyujthatók ki, melyek, mint az *Acinetákéi*, tetemesen megnyújthatók s a testbe ismét nyomtalanúl visszavonhatók. HERTWIG ezen ázalékállatkát, melyet STEIN az *Enchelysfélék* családjába osztott be, állandó szájjal ellátott Acineta-rajzónak tekinti,[3] mely felfogás jogosúltságát, véleményem szerint, alig lehet kétségbe vonni.

Én magam kiemeltem idézett dolgozatomban azon teljes szervezeti megegyezést, mely a sóstavakban élő *Acineta* egész felületén csillószőrözött rajzói s egy ezekkel együtt élő valóságos csillószőrös ázalékállatka között van; kiemeltem továbbá annak nagy valószinűségét, hogy ez utóbbi ázalékállatka, mely nyilván azonos a COHN-tól tengervízben talált *Placus striatus*-szal, nem egyéb oly *Acineta*-rajzónál, melynek csökevényes szája valóságos szájjá fejlődött, tehát az ázalékállatkák azon nagyérdekű kategoriájába tartozik, mint a STEIN *Actinobolusa*. Utaltam végre annak lehetőségére, hogy az *Enchelys* és *Tracheliusfélék* számos képviselője, valamint talán az *Opalinafélék* is, nem egyebek *önállóságra jutott Acineta-rajzóknál*, melyek egy részénél, t. i. az *Enchelys-* és *Tracheliusféléknél*, a rajzónak egy ideiglenes szerve, a csökevényes száj, valóságos szájjá fejlődött. Hogy az *Acineta* csillószőrözetét, mely a rendes fejlődésmenetben csak ideiglenesen van meg, megtelepedés után pedig elvész, továbbra is megtarthatja, ez legkevésbbé sem lephet meg, mivel tudjuk, hogy a kocsányon ülő *Acineták* felületén, midőn nem jól érzik magokat, mint akkor, midőn pl. egy cseppben hosszabb ideig tartatnak, a csillószőrözet ismét felléphet s az *Acineta*, kocsányáról leválva s szívólábait visszahúzva, egész felületén csillószőrös ázalékállatka alakjában rajzásnak indúl, mint ezt HERTWIG-nek [1] és MAUPAS-nak a *Podophrya fixáról* közölt vizsgálatai bizonyítják. Az utóbbi búvár méltán jegyzi meg, hogy a *Podophrya fixa* faji nevét épen nem érdemli meg, mivel kénye-kedve szerint majd kóborol, majd ismét rögziti magát s épen ezért oly átmenetnek tekinti, mely a csillószőrös ázalékállatkákhoz vezet.[2] Az ily *Acineta*, mely egész felületén csillószőrökkel van borítva, valamely *Enchelysfélétől* s még inkább valamely *Opalinafélétől* absolute nem különböztethető meg, és STEIN-nak azon legújabban hangoztatott nézete, hogy a mindeddig majd ide, majd oda beosztott *Opalinaféléknek* természetes helye az *Acinetafélék* mellett jelölendő ki,[3] alig fog ellenvetésre találni.

Az előadottak után, úgy hiszem, habozás nélkül kimondható, hogy az *Acinetafélék*, vagy szívó ázalékállatkák *(Suctoria)* a csillószőrös ázalékállatkákkal oly szoros és benső rokonságban állanak, hogy velök egészen helyesen egy csoportba foglalhatók össze.

Az állati véglények köre.

Ha az előadottakra visszapillantva, tekintetbe vesszük mindazon nagyszámú, újonnan felfedezett ala-

* Cyclostom = sejtszáj, HAECKEL-től ajánlott kifejezés.
[1] L. cit. 77.
[2] Der Org. II. 169.
[3] L. cit. 78.

[1] L. cit. 78.
[2] CR: 83. (1876) 910.
[3] Der Org. III. 23.

kot, melylyel a több-kevesebb jogòsúltsággal állatoknak tartható véglényeknek, azaz azon legalsóbb szervezeteknek, melyek régebben általában *ázalékállatkáknak (Infusoria)*, SIEBOLD óta pedig *Protozoumoknak* neveztetnek, ismerete gazdagodott; továbbá azon régebben ismert alakokat, melyeknek a véglényekhez való tartozását az újabb vizsgálatok kimutatták, azon eredményre jutunk, hogy túlnyomó nagy részük beleiktatható a *Rhizopodok, Flagellátok* és *Ciliátok* képviselte három főcsoportba, osztályba, mely habár csak leplezve is, de tényleg meg volt már DUJARDIN rendszerében; csak a *Gregarinafélék, Noctilucafélék,* továbbá az igen kevéssé ismert *Labyrinthuleák* és *Catallacták* helye lehet kétes. Ezek közűl a *Labyrinthuleák*, mint külön osztály képviselői, talán csak ideiglenesen helyezendők a *Rhizopodok* mellé. A *Gregarinafélék* között a *Monocystisfélék* bizonyára igen közel állanak az *Amoebákhoz* s az összes *Gregarinafélék* alább tárgyalandó fejlődésmenete is ezen rokonság mellett szól. A *Noctilucafélék* szervezetükre nézve sok tekintetben a *Flagellátokkal* és *Rhizopodokkal* látszanak rokonságban állani, de más tekintetben ismét oly lényegesen eltérnek s oly különleges helyet foglalnak el, hogy beosztásuk akár a Flagellátok akár a Rhizopodok közé, erőszak nélkül nem tehető, s e szerint legczélszerűbb számukra egy külön osztályt jelölni ki az említett két osztály között. A mi végre a *Catallactákat* illeti, ezek egyetlen képviselője oly töredékesen ismeretes, hogy csak függelék gyanánt vehetők fel, véglegesen pedig csak akkor, ha későbbi vizsgálatok bebizonyítják, hogy a *Magosphaera* csillószőrös egyenéiből fejlődő gyökérlábúak betokozódván, csakugyan ismét *Magosphærává* változnak át, mit HAECKEL csak gyanít.

«Rendszereink mindig csupán hű visszatükröződései azon ismeretek időszerinti álláspontjának, melyeket az egyes életalakok összes morfologiai viszonyairól szereztünk. Minden mélyebb bepillantással, melyhez e téren jutunk, és minden oly új életalakok felfedezésével, melyek nem az ismeretesek terve szerint épülvék, többé-kevésbbé lényeges módosulást kell a rendszernek szenvednie.»[1] Ezeket tartva szem előtt s az újabb időben oly nagyszámú rendszereket tekintetbe véve s érdemszerűleg méltatva és felhasználva, az állatok módjára táplálkozó véglényeknek következő rendszeres csoportosítása felel meg legjobban ismereteink jelenlegi állásának.

*Kör. Protista animalia, seu Protozoa. Állati véglények.**

I. Oszt. *Gregarinae* DUFOUR. Falkások MARGÓ.
- 1. Rend. Monocystida STEIN.
- 2. « Gregarinaria STEIN.

II. Oszt. *Rhizopoda* DUJARDIN. Gyökérlábúak TÓTH SÁNDOR.
- 1. R. Polythalamia BREYN.
- 2. R. Manothalamia M. SCHULTZE.
- 3. « Radiolaria J. MÜLLER.
- 4. « Heliozoa HAECKEL.

[III. Oszt. *Labyrinthuleae* CIENKOWSKI.]

[IV. Oszt. *Catallacta* HAECKEL.]

V. Oszt. *Noctilucea* (SURIARY) autor. Tengervilágítók.

VI. Oszt. *Flagellata* (DUJARDIN) COHN. Ostorosak (Ostoros ázalékállatkák.)
- 1. R. Nudiflagellata HAECKEL.
- 2. R. Cilioflagellata CLAPARÈDE et LACHMANN.

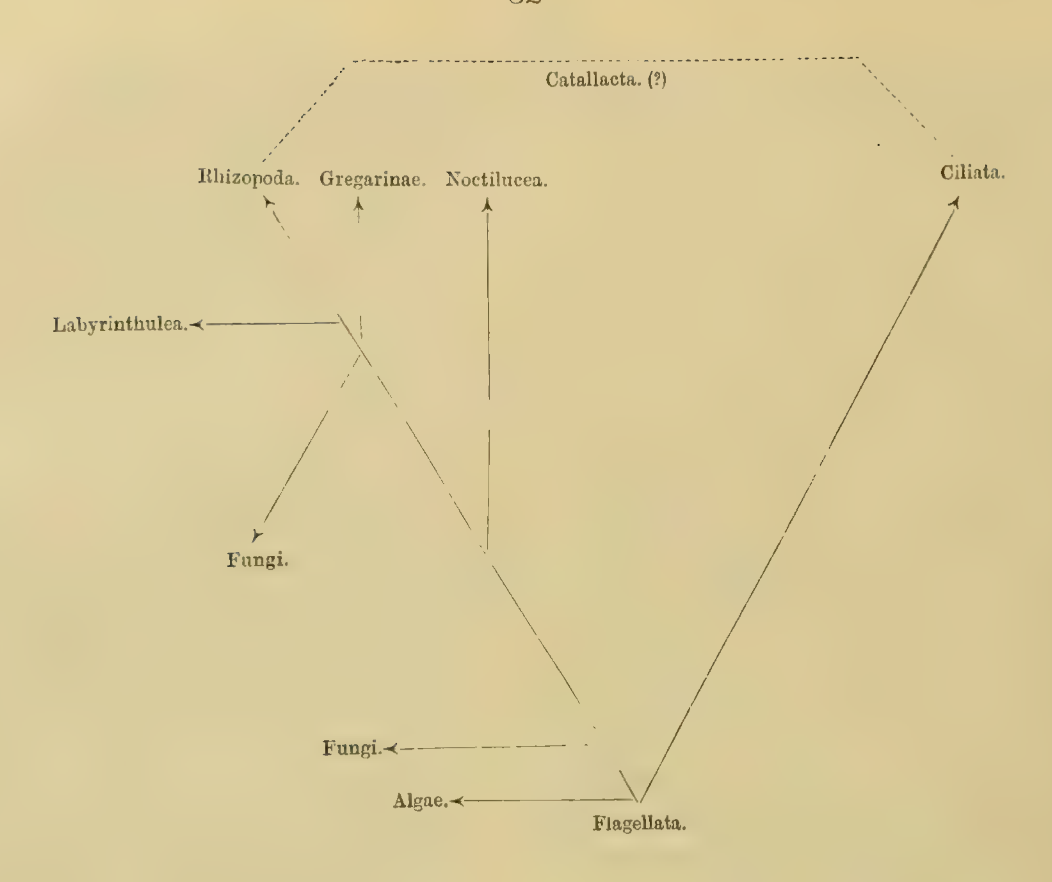
VII. Oszt. *Ciliata* (DUJARDIN) J. MÜLLER. Csillószőrösek (Csillószőrös ázalékállatkák.)
- *A)* csop.: *Suctoria* CLAP. et LACHM. Szivók.
  - 1. R. Acinetina EHRENBERG.
- *B)* csop.: *Stomatoda* (von SIEBOLD). Szájjal birók.
  - 2. R. Holotricha STEIN.
  - 3. R. Heterotricha STEIN.
  - 4. R. Hypotricha STEIN.
  - 5. R. Peritricha STEIN.

Ezen csoportok egymással s a legalsóbb növényekkel való összefüggésének érzékítésére szolgáljon a következő rokonsági fa:

[1] STEIN, II. p. 169.

* Részben synonymák: Animalcula LEEUWENHOEK; Infusionsthierlein LEDERMÜLLER; Animalcula Infusoria (WRISBERG) O. Fr. MÜLLER; Protozoa GOLDFUSS; Chaotica, Cryptozoa autor; Microscopiques et Psychodiaires BORY DE ST. VINCENT; Polygastrica EHRENBERG; Infusoires DUJARDIN; Protozoa VON SIEBOLD; Prothelminthes DIESING; Archezoa PERTY; Amorphozoa BRONN; Protoctista HOGG; Primalia WILSON et CASSIN; Protista HAECKEL; Protorganismen J. V. CARUS; Sarcodea SCHMARDA; Microzoaires E. DE FROMENTEL; Protorganismes animaux MAUPAS.

Hajszálnyi vízi férgek, láthatatlan apró férgek GROSSINGER (1794); Ázalékférgek FÖLDI JÁNOS (1801); Azalékférgek és Ázalékok PÓLYA (1831); Előállatok, állatelevek, állatelők, állatmorzsák (Protozoa) BARRA (1833); Ázbarcsák REISINGER (1846); Ázacsak GÁSPÁR (1846); Ázalagok HANÁK (1845); Ősállatok TÓTH SÁNDOR (1867); Alaktalan állatok MARGÓ (1867); Elsőczék vagy sokszabányúak (Protozoa s. Polytypica) MARGÓ (1868); Elsőkék PASZLAVSZKY (1874).



II. A SZERVEZET ISMERETÉNEK HALADÁSA.

A véglények testének alaktani értéke.

EHRENBERG-nek magas szervezetet hirdető tana, DUJARDIN-nek sarcode, SIEBOLD-nak és KÖLLIKER-nek egysejtüségi elmélete, ezen egymással ellenkező s egymást látszólag egészen kizáró felfogások, peres örökségképen szállottak át a véglénybúvárlat legújabb korára s újabb beható és részletes búvárlatok végzésével vártak megoldást.

DUJARDIN, miként a fentebbiekben láttuk, a kephalopodoknak tartott *Polythalamok* szervezetének tanulmányozására alapítá sarcode-elméletét. SCHULTZE MIKSA, kinek a sejt-tan reformálása körül szerzett érdemei elévülhetetlenek, volt az első, ki a sarcode feletti vitát szintén a *Polythalamok* tanulmányozására alapítva, igyekezett eldönteni. Ezen kitünő búvár vizsgálatainak nyomatékos eredménye az lőn, hogy a *Polythalamok* teste tényleg sarcodeból áll, s ugyanily elkülönült szervek nélküli sarcadeból állónak találta SCHULTZE a többi gyökérlábúak testét is. [1] Ugyancsak SCHULTZÉ-t illeti azon érdem, hogy kimutatta, hogy a sarcode egészen azonos az állat- és növény-sejt élő állományával, a protoplazmával,[1] s e szerint nincs is semmi ok arra, hogy oly külön műszóval jelöltessék, mely kezdettől fogva oppozicziόban állt a sejtelmélettel, sőt kivánatos annak felcserélése egy oly kifejezéssel, mely magában rejti a sejtelméletnek még a legalsóbb lények fölötti diadalát is.[2] Minthogy pedig a véglények testállományát képező sarcode egészen azonos a protoplazmával, a legegyszerübb sejtek pedig (pl. az ú. n. barázdolódási gömbök) korántsem sejtnedvet s magot tartalmazó hólyagocskák, minőknek SCHLEIDEN és SCHWANN vélte, hanem SCHULTZE definicziója szerint magot rejtő protoplazma-tömegecskék,* határozottan kimondhatta azt, hogy a véglények legegyszerűbb képviselői mint az Amoebák és Gregarinák, melyek tényleg nem egyebek, mint magot tartalmazó protoplazma-tömegecskék, egysejtű szervezetek. A magasabb

[1] Polythalamien.

[1] AN. 26. I. (1860) Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe. AAP. 1861. — Ueber Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. 1863.

[2] AN. 26. I. (1860) 302—3.

* Eine Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Inneren ein Kern liegt. Ueber Muskelkörperchen. 11.

gyökérlábuakról valószínünek tartja SCHULTZE, hogy, úgy, mint a *Myxomicetek* plasmodiumai, egygyé olvadt sejtekből keletkeztek, melyeket megmaradt magjaik jelölnek, s e szerint potentia ugyan több-sejtűek, re vera azonban nincsenek sejtekből összetéve, mert protoplazmájok szemecskéi nincsenek egy bizonyos maghoz kötve, hanem az *a* magtól *b*, *x*, *y* és *z* magig vándorolhatnak, azaz egy testet képező protoplazmából állanak. Valamennyi *Protozoumra* jellemző, — mondja SCHULTZE,[1] hogy sejtjeik hajlammal bírnak, vagy valamennyien vagy legalább bizonyos területeken nagyobb protoplazma-tömegekbe való összeolvadásra. Némely magasabb gyökérlábúnál, nevezetesen a *Radiolároknál*, csupán a kéregréteg áll egygyé olvadt protoplazmából, mig belsejükben egyes sejtek megtartják önállóságukat; más *Protozoumoknál* ellenben a kéregrétegben maradnak többé-kevésbbé önálló sejtek, így az ázalékállatkáknál, mig belsejük teljesen összeolvadt sejtek protoplazmájával van kitöltve. Az elmélet azonban, — mondja ugyanő, — az ázalékállatkák egysejtűségének feltevését is megengedi. Mert egy sejt felületén csillószőrökkel lehet borítva, egy sejt tömörebb kéregréteggel s lágyabb bélállománynyal birhat, mely üröcskéket, magot, a legkülönbözőbb testecskéket, festőanyag-hólyagocskákat stb. tartalmazhat. Egy sejtben, mint a fiatal izomrostsejtek bizonyítják, a protoplazmának kerületi része valódi izomállománynyá változhatik, mig a sejt belsejét közönséges protoplazma tölti ki. Hogy egy sejt belsejében lüktető üröcske keletkezhetik, további vizsgálatokra szorul ugyan, de nem látszik többé valószínütlennek. S hogy végre egy sejt, tehát ez esetben egy csillószőrökkel borított s szilárdabb kéregréteggel biró protoplazma-tömegecske, felületének egy vagy két pontján a szilárdabb kérget s csillószőröket nélkülözi, hogy szája van, melyen át szilárd testek a protoplazma lágy belsejébe nyomatnak, továbbá alfele az ürítésre: mind ennek lehetőségét meg lehet engedni.

SCHULTZE-től egészen függetlenül AUERBACH, az *Amoebáknak* igen beható tanúlmányozására támaszkodva, kimutatta, hogy ezek kétségbevonhatatlanúl egysejtüek.[2] AUERBACH felfogása ellen legfelebb a lüktető üröcskéket lehetne említeni, mint oly elkülönült szerveket, melyek az állat- és növénysejteknél rendesen nem fordulnak elő, s tehát az egysejtüség ellen

[1] AN. 26. I. (1860) 306.
[2] ZWZ. VII. (1855)

szólanak. Mióta azonban tudjuk, hogy a moszatok és gombák rajzóspórái gyakran (talán mindig?) el vannak látva lüktető űröcskékkel, mióta továbbá JAMES-CLARK ezen űröcskék jelenlétét a szivacsok entodermájának ú. n. galléros sejtjeiben, LIEBERKÜHN és BÜTSCHLI pedig a kétéltüek szintelen vérsejtjeiben kimutatta,[1] a lüktető űröcskék teljességgel nem hozhatók fel többé érvül az egysejtüség ellen.

STEIN az egysejtűséggel szemben mindig igen tartózkodó állást foglalt el, s nagy monográfiája II. részének hazai ismertetője tévesen mondja, hogy: «STEIN régi állítását, mely szerint az ázalagok egy sejtből álló állatok, erélyesen bizonyítja».[2] Ez oda módosítandó, hogy STEIN működésének kezdetétől fogva következetesen azt állította, hogy a véglények testének alapállományát *szövetekből össze nem tett parenchyma*, azaz sarcode vagy protoplazma képezi, de e mellett határozottan kárhoztatta azon felfogást, mely a véglényeket egysejtűeknek tekinti. STEIN álláspontját, melytől sohasem tért el, már 1848-ban a *Gregarinafélék* tárgyalásánál határozottan jelölte ki, midőn ezeket mondja: «A *Gregarinafélék* magja a *Gregarinafélék* testében bizonyára ugyanazon fontos szerepet játsza, mint a sejtmag, melyhez külső tekintetre olyannyira hasonlít, a sejtben. Ha meggondoljuk, hogy a *Gregarinafélék* testburka a sejtburok egyszerüségével s áthathatóságával bir s hogy a szemecskés, folyékony testtartalom igen jól eltűri a sejttartalommal való összehasonlitást, úgy igen közel áll a *Gregarinafélék* szervezetét az elemi sejtével egy fokra állítani. Ezt meg is tette KÖLLIKER, ki a *Gregarinaféléket* egyenesen «*egysejtű állatoknak*» tekinti. Én ezen nézetben, bármennyire tetszős is s bármennyire fogadtatott is helyeslőleg már több oldalról, nem osztozhatom.»[3] Egészen ugyanezen értelemben nyilatkozik az ázalékállatkákat tárgyaló monográfiájának mind első,[4] mind második részében, mely utóbbiban nézetét a következő szavakban foglalja össze: «Az ázalékállatkák eredetüket tekintve, határozottan egysejtű állatok, s ha ezen megjelölés csupán ezen értelemben használtatnék, úgy egészen megokoltnak tartanám, sőt felette ajánlatos

[1] Studien. 13. 257.
[2] KRIESCH JÁNOS, Az ős-állatok (Protozoa) s jelesen az ázalagok (Infusoria) körül tett újabb tanulmányozások eredményei. A kir. magy. Term. tud. Társ. Közlönye. VII. (1867) 157.
[3] AAP. (1848) 190—191.
[4] p. 55.

is lenne, mert a leggyökeresebb különbséget igen praegnans módon fejezi ki az ázalékállatkák s a *Protozoumok* körén kívül álló állatok között, melyek első kezdetüket tekintve, többsejtű szervezetek. A kifejlődött ázalékállatkák egysejtű szervezeteknek való tartása ellen azonban mindig kifogást kell tenni, mert nem egyszerűen tovább növekedő sejtek, hanem az eredeti sejtszerkezet egy lényegesen más szervezetnek engedett helyet, mely a sejtre, mint ilyenre, egészen idegenszerű.[1]

STEIN épen idézett nyilatkozatának első része, melynek éle SCHULTZE-nak azon vélekedése ellen irányúl, — melyben a *Radiolárok* monografiájában HAECKEL is osztozik — hogy a magasabb gyökérlábúak és ázalékállatkák több sejt összeolvadásából erednek, csakugyan erélyesen látszik az egysejtűséget bizonyítani; ezt azonban második része, melyben STEIN rezervált álláspontjára ismét visszatér, teljesen lerontja. És STEIN-nek ezen óvatos nyilatkozata bizonyára teljesen indokolt is volt abban az időben, midőn — egyebeket egészen nem tekintve, — bebizonyítottnak látszott, hogy az ázalékállatkák magja petefészeknek felel meg, melynek oszlási részeiből embriók, a magtestecske pedig here, melyben ondótestecskék fejlődnek, mi az egysejtűséggel alig volt megegyeztethető; s midőn HAECKEL-nak a *Radiolárok* körül tett pompás tanúlmányai azon eredményre vezettek, hogy ezen gyökérlábúak sarcodejában különböző sejtértékkel biró képletek fordulnak elő, s e szerint absolute nem tarthatók egysejtüeknek.

A nagy MÜLLER JÁNOS, ki Németországban a biológiai tudományok terén két évtizeden át lobogtatta a vezéri zászlót, mint LACHMANN nak egy megjegyzéséből tudjuk, összehasonlító boncztani előadásaiban határozottan elitélte az egysejtűség tanát s két kitünő tanítványa, az épen nevezett LACHMANN és CLAPARÈDE, a vezér elveihez híven, mind külön kiadott dolgozataikban, mind együtt dolgozott nagyfontosságú tanulmányaikban, nagy, talán túlságos hévvel keltek ki az egysejtűség tana ellen.

KÖLLIKER, mint fennebb előadtam, az *Actinosphaerium Eichhornii* szervezetének tanulmányozására támaszkodva, fejtette ki nézetét a Protozoumok egysejtűségéről; [2] CLAPARÈDE az *Actinosphaeriummal* közel rokon *Actinophrys Sol-t** választotta tárgyúl az egysejtűség tanának megbírálására,[1] s vizsgálatai őt azon eredményre vezették, hogy: «Az *Actinophryseknél, Amoebáknál, Arcelláknál* és egyéb gyökérlábúaknál teljesen hiányzik a köztakaró, tehát sejthártya. Nem kevésbbé tagadnom kell a csupasz gyökérlábúaknál (legalább az *Actinophrys Eichhorniinél, Amoeba diffluensnél* és *A. radiosánál*) a mag jelenlétet, valószínüleg még a héjas gyökérlábúak is (legalább az *Arcella*) nélkülözik ezen képződményt.»[2] E szerint tehát még egyszerübb szervezetüek a legelemibb sejteknél, melyeket azon időben még általában magot és sejttartalmat rejtő hólyagocskáknak tartottak: azaz CLAPARÈDE oly egyszerű szervezeteknek vélte a gyökérlábúakat, minők HAECKEL Monerei. CLAPARÈDE persze másképp fogta fel a dolgot, ő arra fektette a fősúlyt, hogy a gyökérlábúak szervezete nem illik bele a sejt sémába; e mellett azonban magas szervezetet tulajdonított nekik, melyeknek még keringési rendszerük is van: szívnek tartotta ugyanis a lüktető űröcskét.

LACHMANN, főleg a *Vorticellafélék* szervezetének tanulmányozása alapján, azon sajátságos felfogásra jutott, hogy az ázalékállatkák teste, úgy mint az űrbelüeké, emésztő űrt zár körül, mely pépszerű *chymusszal* (azaz a lágyabb bélplasmával, entoplasmával) van kitöltve.[3] Ime, egy egészen új felfogás! Az ázalékállatkák tehát mégis csak gyomorállatkák; csakhogy nem sokgyomrúak, mint EHRENBERG tanította; hanem egygyomrúak, mindenestől egy-egy zacskót, gyomort viselnek, mint a hogy LACHMANN tanítja.

CLAPARÈDE ezen kalandos felfogást, — melyből csak annyi felel meg a valónak, hogy a protoplazma belső hígabb összeállású részében, melyet a tömörebb külső kéregrétegtől, *kéregplasmától (Rindenparenchym Stein, Ectosark Wallich, Ectoplasma, v. Exoplasma Haeckel)* való megkülönböztetésül helyesen nevezhetünk *bélplasmának (Innenparenchym* STEIN, *Entosark* WALLICH, *Entoplasma* HAECKEL), történik az emésztés, miként már DUJARDIN tanította, s tehát ez

[1] Der Org. II. 22.

[2] ZWZ. I. (1849).

* A két jeles búvár sajátságos tévedésbe esett. KÖLLIKER ugyanis az *Actinophrys Eichhorniit Ehrb.* vizsgálta s azt *Actinophrys Solnak* tartotta, CLAPARÈDE pedig, ki az *Actinophrys Sol-t Ehrb.* írta le, ebben az *Actinophrys Eichhorniit* vélte felismerhetni; STEIN ismét előbb a *Podophrya fixának* kocsánytalan alakját (az ú. n. *P. liberát*) tartotta az ázalékállatkák fejlődéstörténetét tárgyaló munkájában *Actinophrys Solnak*; e tévedését azonban később helyre igazította s a sok magú *Actinophrys Eichornii* számára egy külön genust állított fel, az *Actinosphaeriumot.*

[1] AAP. (1854).

[2] L. cit. 413.

[3] AAP. (1856)

a protoplazmatestnek azon része, mely a már áthasonított nedvvel, azaz, ha lehet itt is ezen kifejezéssel élnünk, — a chymusszal legelőször keveredik, LACHMANN-nal együtt kiadott nagyfontosságú tanulmányaiban egészen magáévá tette. Minthogy pedig az ázalékállatkák és gyökérlábúak ezen felfogás szerint, valóságos gastrovascularis űrrel lennének ellátva, a tanulmányok nagynevű szerzői tényleg visszatértek oda, a hol a múlt százbeli búvárok állottak: a Protozoumokat a Polypok és Hydrák mellé helyezik s nem látnak bennök egyebeket, mint a Coelenteratok egy subdivisiójának képviselőit.[1]

Mivel CLAPARÈDE és LACHMANN a Coelenteratokhoz tartozó aránylag magas szervezetű állatoknak tartották az ázalékállatkákat s gyökérlábúakat, természetes, hogy miként EHRENBERG, úgy ők is valóságos iszonynyal fordultak el az eretnek sarcode- s egysejtűségi tantól; ennek megczáfolására azonban éles dialektikájok ügyesen forgatott fegyverein kivül alig voltak képesek meggyőző okokkal síkra szállani. Bizonyára mindenki egyet fog érteni abban, hogy a tanulmányok szerzői, midőn ezen kérdéshez: «Vajjon hol állana a középponti idegrendszer mikroszkópi boncztana a chromsav s más hasonló kémlelő szerek nélkül!» nyomban hozzá teszik: «A gyökérlábúak sarcodéja még nem találta meg a maga chromsavát,»[2] egy szemfényvesztésre számító szellemes frázison kívül semmit sem mondottak s abszolut semmit sem bizonyítottak, ha csak azt nem, hogy a gyökérlábúak alapállományát ők is csak egynemü sarcodéból állónak találták. — Az egysejtűségi tant hirtelen támadással, de szintén csupán a szó fegyverével igyekeznek egyszer mindenkorra elnémítani. «Az ember hajlandó volna hinni, hogy az ázalékállatkák egysejtűségi elméletének mai nap már csupán történelmi érdeke van, épen úgy, mint a polygastricitásénak. Mindemellett azonban régi védői közül van egy igen erélyes bajnoka, KÖLLIKER, ki egy újabb iratában bátran emelte fel iskolájának ingadozó zászlaját,[3] épen úgy, mint EHRENBERG is igyekszik ismét kitüzni saját iskolájáét.[4] Mindkettő saját eszméjének utolsó Mohikánja! Az ázalékállatkák egysejtűségi elmélete nem szorúl arra, hogy itt részletetebben czáfoltassék. Azon mű, mely az olvasó előtt fekszik, nem egyéb, mint egy hosszú tiltakozás ellene. Lapjainknak mindegyike egy-egy alapjára mért új fejszecsapás.»[1] Ezen fejszecsapások azonban puszta fenyegetések maradtak, minthogy tényleg CLAPARÈDE-nek és LACHMANN-nak sem sikerült azt kimutatni, hogy az ázalékállatkák teste szövetekből van összetéve. Midőn végre CLAPARÈDE, összehasonlítván a *Myxomycetek rajzóit* a *Flagellátokkal*, — melyek közül mindazokat valódi állatoknak tekintette, melyek lüktető űröcskékkel birnak, (épen úgy, mint legújabban ismét STEIN), — azon eredményre jutott, hogy a legalsóbb állatok és növények között különbségek nincsenek, s hogy a szervezeteknek külön állat- s külön növényországba való beosztása, egészen mesterséges,[2] határozottan kihullott kezéből a nehéz fejsze, ő maga pedig, tudtán kívül, az egysejtűség területére bukott. Mert hiszen a Myxomycetek rajzói kétségbevonhatatlanúl egysejtűek, s ha ezektől a Monadok, a Myxoamoebáktól pedig az Amoebák nem különböztethetők meg, világos, hogy ezek sem lehetnek egyebek, mint egysejtűek; minthogy pedig CLAPARÈDE és LACHMANN szerint az összes ázalékállatkák és gyökérlábúak egységes terv szerint szervezettek, világos, hogy a konzekvencziák kérlelhetetlen szigora oda vezet, hogy valamennyien egysejtűek.

A szövettannak egy avatott s ünnepelt mívelője, LEYDIG, szintén alkalmat vett magának, hogy az ázalékállatkák s egyéb Protozoumok egysejtűsége ellen síkra szálljon.[3] Felfogása szerint bármennyire hibázott is EHRENBERG a részletekben, alapgondolata, hogy t. i. az ázalékállatkák magas szervezetűek, helyes; ezek is sejtekből vannak felépülve, mint valamennyi más állat; csakhogy sejtjeik rendkívül kicsinyek maradnak s ezért látszik alapállományuk egynemű sarcodénak. Állításának bizonyítására utal azon apró sejtmagokhoz hasonló gömböcskékre, melyek különösen a *Vorticellafélék* és *Opalinák* cuticulája alatt gyakran jól kivehetők s eczetsav hozzáadására feltünőbbek leszneк; továbbá az ázalékállatkák kéregrétegében gyakran előforduló pálczikaalakú testecskékre, s végre, a *Vorticellafélék* kocsányában levő izomra, mi mind az egysejtűség ellen szól. A mi a *Vorticellafélék* cuticulája alatt levő sejtmagok habitusával biró gömböcs-

[1] Études I. 59.
[2] Op. cit. II. 421.
[3] Untersuchungen über vergleichende Gewebelehre. Würzburg. Verhandlungen. Dez. (1856) 97.
[4] Ueber den Grünsand. Berlin (1856)

[1] Études I. 14.
[2] Op. cit. III. 32.
[3] Lehrbuch der Hystologie des Menschen und der Thiere, (1857) 15. §. 14. Vom Bau des thierischen Körpers. I. (1864) 15.

kéket illeti, ezekre nézve STEIN a következőket jegyzi meg: «Az egész test felületének finom sagrinozott külsőt kölcsönöznek s oly tömötten állanak egymás mellett, hogy meg nem foghatom, mily módon lehetnének ezen finom szemecskék sejtmagok, főleg, minthogy az alapanyag, melybe ágyazvák, teljesen alaktalan, és sejtekhez hasonló terecskékre való különültségének leggyengébb nyomait sem mutatja.»[1] A mi pedig az *Opalina Ranarum* magszerű képleteit illeti, ezek, mint újabban ENGELMANN kimutatta,[2] csakugyan magok, csakhogy nem az Opalina szöveti sejtjeinek, hanem magának az *Opalinának* magjai. Az *Opalina Ranarum* ugyanis, mint számos más csillószőrös ázalékállatka, sok maggal van ellátva. De a még mindig rejtélyes természetű pálczikaalakú testecskék, legyenek azok bár *csalántokocskák* (trichocystek), miknek ALLMANN-t követve, legtöbb búvár tartja, avagy *tapintó testecskék*, miknek STEIN tekinti, szintén nem hozhatók fel az egysejtűség ellen, mivel a Coelenteratok s némely Turbellafélék valódi csalántokjai sem sejtek, s nem is sejtmagokból fejlődnek, mint KÖLLIKER hitte, hanem, miként KLEINENBERG-nek a Hydrán, SCHULTZE E. FERENCZ-nek pedig a Cordylophora lacustrison tett tanúlmányai minden kétség fölé emelik, az egyes ektoderma-sejtekben úgy, mint pl. a növénysejtek levélzöld-testecskéi vagy a peték széktáblácskái, nagyobb számmal, szabadon fejlődő képződmények; a Turbellafélék pálczikái pedig, melyek pl. a *Stenostomum leucopsnál* egészen megegyezni látszanak az ázalékállatkák pálczikáival, épen tömérdek nagy számmal fejlődnek ezen férgek számos képviselőjének ektoderma-sejtjeiben. A mi végre az összehúzódó kocsányú *Vorticellafélék* úgynevezett *kocsányizmát* s általában az ázalékállatkák szalagszerű izomrostok módjára összehúzódó rostjait illeti, melyeket, mint fennebb említve volt, a *Stentoroknál* már EHRENBERG is ismert, ezek, mint mai nap határozottan állíthatjuk, nem külön sejtekből fejlődnek ki, mint a valódi izomrostok, hanem egyszerűen a protoplazmatest kéregrétegének elkülönülései. Hogy pedig ily összehúzódó szalagok egyetlen sejtben csakugyan fejlődhetnek s fejlődnek is, ezt leginkább bizonyítja az, hogy pl. az *Euglenáknál* is előfordúlnak, melyek pedig az egysejtű moszatoktól oly kevéssé térnek el, hogy a *Palmelláceákkal*, mint ezt CIENKOWSKI[3] meg is tevé, kényszer nélkül egyesíthetők.

[1] Der Org. II. 9.

[2] MJ. I. (1876).

[3] Conf. l. s. cit.

Mindezekből látható, hogy LEYDIG érvei, melyekre CLAPARÈDE és LACHMANN, mint igen fontosakra hivatkoznak, nem állhatnak meg s mint döntő erejűek nem hozhatók fel az egysejtűség ellen.

HAECKEL a *Radiolárokat* tárgyaló pompás monografiájában[1] a gyökérlábúak és ázalékállatkák között szöveti szerkezet tekintetében két tipust különböztet meg: ú. m. egysejtűeket, minők az alsóbb gyökérlábúak, nevezetesen az *Amoebák*, melyekhez valószínűleg az *Arcellafélék* is sorozandók, valamint az összes ostorosak, — továbbá olyanokat, melyek SCHULTZE M. hipotézise szerint, több sejt összeolvadása útján keletkeznek, minők a magasabb gyökérlábúak, nevezetesen a *Radiolárok* s a *csillószőrös ázalékállatkák*. Ezen szilárd alapokra fektetettnek vélt két különböző tipusra, HAECKEL az állat- és növényország között GEGENBAUR-től vont azon új határvonalat alkalmazta, hogy a szervezetek, melyek mindannyian egy sejtből indulnak ki, vagy egysejtűek maradnak, vagy többsejtűekké fejlődnek; az állat- és növényország közötti fundamentális különbség pedig abban áll, hogy a növényország mind egy-, mind többsejtű szervezeteket tartalmaz, míg az állatország képviselői csak átmenetileg egysejtűek, mint peték, teljes kifejlettségüket elérve azonban mindig több sejtből vannak összetéve;[2] s ezen szigorú kritikának alá nem vetett kritériumra támaszkodva, az összes egysejtű gyökérlábúakat és ázalékállatkákat a növényországba utasította, a magasabb gyökérlábúakat és ázalékállatkákat ellenben, mint felfogása szerint fejlődésüket tekintve, többsejtű szervezeteket, az élesen határolt állatország képviselőiül ismerte el.

Meg kell vallanunk, hogy az állat- és növényország között vont ezen új határvonal igen éles, és kitünően alkalmasnak látszik a két ország között ingadozó legalsóbb szervezeteknek rendszertani beosztására, csakhogy egy sarkalatos hibája van, hogy t. i. nem felel meg a valónak. STEIN-t illeti az az érdem, hogy ezen felfogás teljes tarthatatlanságát kimutatta.[3] Tarthatatlan pedig ezen felfogás azért; mert hogy a magasabb gyökérlábúak és ázalékállatkák több sejtnek összeolvadásából fejlődnének, a mellett egyetlen pozitiv adat sem szól s nem megfigyelésre, hanem egyszerűen a Myxomycetek plasmodiuma

[1] Die Radiolarien.

[2] De animalium plantarumque regni terminis et differentiis. Jenae. 1860.

[3] Der Org. II. 14, 21.

fejlődésének analogiájára támaszkodik. Abból pedig, hogy számos gyökérlábú és ázalékállatka több magot tartalmaz, korántsem lehet azt a következtetést vonni, hogy ugyanannyi sejt összeolvadásából keletkeztek, a mennyi magjuk van, mi mellett, mint említők, egyetlen megfigyelés sem szól. Mert hiszen több maggal biró más sejteket is ismerünk, minők pl. a színtelen vérsejtek, melyekben gyakran 6—7 mag különböztethető meg; vagy a csontvelő óriás sejtjei, az ú. n. myeloplaxok, melyek egész sereg magot tartalmaznak, a nélkül, hogy több külön sejt összeolvadásából keletkeztek volna. De, továbbá, nem minden csillószőrös ázalékállatkának van több magja, sőt legszámosabb képviselőinek épen csak egy magjuk van; ha tehát a magok száma jelzi azt, hogy hány sejt összeolvadásából keletkezett egy-egy ázalékállatka: úgy az egy maggal birókat egysejtűeknek, s GEGENBAUR és HAECKEL felfogása szerint, mint ilyeneket, növényeknek kellene tartani. S vajjon mit tevők legyünk az Amoebákkal, Arcellákkal, Difflugiákkal s számos más gyökérlábúval, melyek majd egy, majd több magot tartalmaznak? Vajjon a fiatal, egymagvú *Arcellák* csakugyan növények, a két magvúak talán az állattá válás pillanatában vannak; a sokmagvúak pedig már egészen kész állatok? — Ime, mily veszedelmes zátonyra vezetnek ezen felfogás fatális konzekvencziái, melyről a megfeneklett hajót bizonyára csak úgy lehet megszabadítani, ha az egész felfogást rezignáczióval a habokba vetjük.

Az egysejtűség tana ellen oly sok illetékes tudós intézte támadás, különösen az a nagy határozottsággal történt visszautasítás, melyben CLAPARÈDE és LACHMANN részesíték azon nagy munkájokban, melynél az összes véglényekre nézve, STEIN dolgozatait kivéve, EHRENBERG óta fontosabb nem jelent meg, bár a szigorú birálat előtt egyik sem képes megállani, mégis annyira megrendítette az egysejtűség tanának hitelét, hogy a hatvanas évek elején legtöbbek előtt csakugyan olyképen tűnt fel, mint egy elavult tan, melynek már csupán történelmi becse van, csaknem úgy, mint EHRENBERG-nek már-már mythos-szerűvé vált tana. Valóban az azon időbeli tudományos áramlat közepett méltán mondhatá MARGÓ SIEBOLD-ról, hogy sokkal több költészettel, mint igazsággal tekinti az ázalékállatkákat önálló sejteknek.[1]

A tudomány történetében elég példa van arra, hogy valamely kimondott új eszmét kezdetben lelkesen karolnak fel, azután lassanként elidegenednek tőle, elejtik, eltemetik; az igazságot azonban nem lehet eltemetve elfojtani: mint a földbe vetett mag, előbb-utóbb kicsirázik ismét — «kitör és eget kér»! Ezen végzete volt az egysejtűség tanának is, mely, miután már-már végkép megdöntöttnek látszott, újra feltámadva, gyorsan diadalra jutott.

Ezen tan egyik megalapítója, SIEBOLD, miután az egysejtű állatokról és növényekről irt értekezését 1849-ben közzé tette, nem vett többé részt a kifejlődött vitában; KÖLLIKER ellenben többször felszólalt, s nevezetesen 1864-ben a Protozoumok finomabb szerkezetét tárgyaló dolgozatában[1] nagy részletességgel foglalkozik a vitás kérdéssel, s vizsgálatainak végeredményeként határozottan mondja ki, hogy a Gregarinák és ázalékállatkák nem többsejtűek, s habár különösen az utóbbiaknak szervezeti viszonyai sok tekintetben sajátságosan bonyolódottak is, mégsem olyanok, hogy ne lehetne egyszerű sejtekkel egyenértékűeknek tartani.[2] A magasabb gyökérlábúakat illetőleg ellenben, nem tartja lehetetlennek, hogy oly többsejtű lények, melyeknek elemei egymással valamennyien összeolvadtak.[3] Ezt annál valószinűbbnek tarthatta KÖLLIKER, mert a szivacsokat a gyökérlábúak legközelebbi rokonainak tekintette.

KÖLLIKER újabb publikáczióinál sokkal nagyobb nyomatékkal kellett birniok s nagyobb hatást kelteniök a nagynevű speczialis búvár, STEIN, e tárgyra vonatkozó azon nézeteinek, melyeket nagy monografiájának második részében fejtett ki 1867-ben, s melyek, mint már fennebb előadtam, abban kulminálnak, hogy az ázalékállatkák (és többi Protozoumok) eredetöket tekintve, egysejtűek s szövetekből soha sincsenek összetéve; a magasabb alakoknál azonban az eredeti sejtszerkezet egy lényegesen más szervezetnek engedett helyet, mely a sejtre, mint ilyenre egészen idegenszerű.

Látható ebből, hogy STEIN felfogása még közelebb áll SIEBOLDÉ-hoz, mint KÖLLIKER-é, s csakugyan az egysejtűség mellett szóló erélyes bizonyítéknak tekinthető. Ha áll az, hogy a véglények eredetileg egysejtűek, s hogy ezen egy sejt keretén belül fejlődnek ki szervezetöknek összes elkülönülései, legyenek bár ezek a szöveti sejtekkel összehasonlítva, még oly idegensze-

[1] Math. term. tud. közl. kiadja a magy. tud. Akad. (1865) 78.

[1] Icones histiologicæ. I. (1864).
[2] L. cit. 24.
[3] L. cit. 25.

rűek, mégis csak a legnagyobb óvatosság mellett, s mindent jól megfontolva, oda kell jutnunk, hogy kimondjuk, hogy ámbátor némelyek közöttük igen magas elkülönülésekkel tűnnek ki, alaktani értéküket tekintve, mégis valamennyien egysejtűek. Ha a szövetekből öszszetett állatok s növények egyes szerveinek alaktani értékét puhatoljuk, arra az eredményre jutunk, hogy azok vagy egy-, vagy többsejtűek; külön harmadik kategóriába tartozók legfelebb olyanok lehetnek, melyek vagy több sejt összeolvadásából keletkeztek, mint pl. a rovarok matrixa; vagy végre, magukban a többé-kevésbbé átváltozott sejtekben elkülönült részek, melyek nem lehetnek mások, mint a sejteknek szervei, mint pl. a magképletek, a sejtburok, a levélzöld- és keményítő-testecskék, csalánszervek, húselemek (sarcous elements) stb. A mi az egyes szervekről áll, ugyanaz állhat a szervezetekről is; ezek is két kategóriába tartozhatnak: azaz vagy egysejtűek vagy többsejtűek lehetnek. S ha a véglények eredetüket tekintve, egysejtűek, és egyetlen megfigyelés sem szól a mellett, hogy több sejt összeolvadása útján keletkeztek, úgy elkülönült szerveiket, melyek sem egy, sem több sejtből összetéve nincsenek, nem tekinthetjük egyebeknek, mint a sejt szerveinek, s ennek következtében határozottan egysejtűeknek kell deklárálnunk. E mellett elméleti okok sem vethetők az egysejtűség ellen latba; mert hiszen ezek épen a legalsóbb lények egysejtűségének valószinűsége, sőt szükségképenisége mellett szólanak. Ha tekintetbe vesszük ugyanis, hogy a szervezetek mind egyénfejlődésének (Ontogenia), mind törzsfejlődésének (Phylogenia) menetében, egyszerű kezdetből kiindulva, lassankint fejlődnek ki a magas szervezeti elkülönülések, s hogy a törzsfejlődési sorozatban vannak oly szervezetek, melyek a magasabbak embrionális szervezetével birnak, azaz megállapodtak a fejlettség azon fokán, mely a magasabbaknál, csak átmeneti; ha tekintetbe vesszük továbbá, hogy minden magasabb szervezet életének kezdetén, mint pete vagy spóra átmenetileg egysejtű, erre ideiglenesen néhány kevésszámú, majd nagyszámú egynemű sejtekből van összetéve, melyekből azután különböző módon történő csoportosulások s átváltozások útján jönnek létre a szövetek; s hogy végre, az igen bonyolódott szöveti összetételű szervezetek mellett vannak sokkal egyszerűebbek s végre olyanok, melyek egyetlen nagy belső-, entodermasejtet bevonó kevés számú ektoderma-sejtekből állanak minők, van Beneden E. igen érdekes vizsgálatai szerint, a *Dicyemafélék*, melyeket nevezett búvár a *Metazoumokat* a *Protozoumokkal* öszszekapcsoló *Mesozoumoknak* tekint[1]: mindez logikai kényszerűséggel vonja maga után azon következtetést, hogy a lánczolat legalsó szemét oly szervezeteknek kell elfoglalniok, melyek állandóan megmaradnak azon kiindulásiponton, mely a többieknél csak átmeneti, azaz egész életökön át egysejtűek.

De vessünk már most egy pillantást azon szervezeti elkülönülésekre, melyek a sejtre, mint ilyenre oly idegenszerűek, hogy azt eredeti értékéből kivetkőztetik. Vajjon csakugyan nem egyeztethetők-e meg ezen magas elkülönülések az egysejtűséggel?

Az alsóbb alakok nem jöhetnek itt tekintetbe; ezek közül az alsóbb gyökérlábúak, minők pl. az *Amoebák*, a bizonyosan egysejtű *Myxoamoebáktól* s a színtelen vérsejtektől semmi lényeges bélyeggel sem térnek el, s ezeknek egysejtűségét Stein is kétségbevonhatatlannak állítja,[2] ezekhez pedig a legszorosabban sorakoznak a többi alsóbb gyökérlábúak s a *Monocystisfélék* közvetítésével a *Gregarinák*. A *Flagellátok*, melyek nagyrésze a bizonyára egysejtű rajzóspóráknak, egy részök pedig a szivacsok galléros entodermasejtjeinek szervezetével bir, szintén nem okozhatnak nehézséget. A *Noctilucafélék* egysejtűségét Cienkowski vizsgálatai által[3] szintén bebizonyítottnak tekinthetjük. Nehézséget csupán a csillószőrös ázalékállatkáknak, valamint a magasabb gyökérlábúak, nevezetesen a Radiolároknak szervezeti viszonyai okozhatnak. Lássuk tehát ezeket.

Az ázalékállatkák kéreg-plasmájának elkülönüléseire, nevezetesen az egysejtűség ellen gyakran felhozott *pálczikaalakú testecskékre* s az *összehúzódó szalagokra, izom-* vagy *myophanrostokra* már a fennebbiekben reflektáltam; mindezek a sejtre nézve époly kevéssé idegenszerűek, mint a lüktető űröcskék, melyek az egysejtű moszatrajzóknál s a színtelen vérsejteknél is előfordulnak. A magképletek, ha ezek közűl a *mag* tényleg valóságos *petefészek*, a *magocska* pedig *here* volna, minőnek Balbiani, Claparède és Lachmann, Stein s mások felfogták, csakugyan némileg érvűl volnának felhozhatók az egysejtűséggel szemben; hogy azonban ezen felfogást az újabb vizsgálatok téveseknek bizonyították, ezt alább alkalmam leend

[1] Recherches sur les Dicyémides, survivants actuels d'un embranchement des Mesozoaires. Bullet. de l'Acad. roy. des sciences de Belgique. 45 année. Bruxelles 1876.

[2] Der Org. 19.

[3] AMA. IX. (1872)

részletesen kifejteni, s ennek következtében a magképletek sem hozhatók fel az egysejtűség ellen.

E szerint tehát csupán a táplálék felvételének módja, az *«evés»* lehetne még azon folyamat, a táplálék bevezetésére s az emészthetetlen részek kiürítésére szolgáló állandó nyilások s a garat pedig azon elkülönülések, melyek a sejtre idegenszerűek. Kétségkivül áll az, hogy a szöveti sejtek felületükön beszivárgó előkészitett tápláló nedvből táplálkoznak, de azért szilárd részeknek felvétele, tehát az evés, korántsem tartható oly életműködésnek, mely a magasabb szervezetek sejtjeinél egészen példátlan lenne. Tudjuk, hogy a színtelen vérsejtek szintoly mohón nyelik el a karmin- vagy indigószemecskéket, mint az *Amoebák*, sőt néha, mint például a vérömletekben s a lép pulpájában, neki esnek a piros vérsejteknek s azokat elnyelik, a szó szoros értelmében felfalják. JAMES-CLARK szerint a szivacsok entodermájának galléros sejtjei szintén esznek s valószinűleg præformált szájnyilással vannak ellátva.[1]

MECSNIKOV szerint a Turbellaféléknek és legkülönbözőbb osztályokba tartozó űrbelüeknek entodermasejtjei a táplálék-alkatrészeket majd *Amoebák* módjára nyelik el, majd finom állábakkal veszik fel s belsejükben emésztik meg; a táplálék felvételének ezen módja annyira el van terjedve a Turbellaféléknél és űrbelüeknél, hogy indokoltnak látszik MECSNIKOV azon feltevése, hogy ez tekintendő azon eredeti táplálkozási módnak, mely a jelenleg élő összes *Metazoumok* őseinél szabály volt.[2] Ugyancsak a gyökérlábúak módjára veszik fel táplálékokat, SOMMER vizsgálatai szerint, a *Distomum hepaticum*,[3] — saját észleleteim szerint pedig a kerékállatkák entoderma-sejtjei. Hogy végre még a gerinczesek felszívó sejtjei, a bélbolyhokat bevonó entoderma-sejtek, szintén *«esznek»*, azaz bizonyos táplálékalkatrészeket, nevezetesen a zsirt a véglények módjára veszik fel, ezt THANHOFFER LAJOS t. barátomnak több búvártól (FORTUNATOV, LANDOIS stb.) megerősitett szép vizsgálatai bizonyítják.[4]

Hogy a csillószőrös ázalékállatkánál, valamint számos Flagellátnál, melyeknél a kéregplasma cuticulával, néha épen szilárd pánczéllal borított, vagy legalább ellentállóbb, tömöttebb rétegtől határolt, felvételre s űrítésre præformált száj- és alfelnyílás fordúl elő, legkevésbbé sem lephet meg; s ezen elkülönülésekben a szerves természetben lépten-nyomon nyilvánuló azon elvnek reálizálását ismerhetjük fel, hogy az alsóbb szervezeteknél helyhez nem kötött, kezdetleges vagy épen csak ideiglenes szervek a magasabban elkülönült alakoknál lokalizálódnak, tökéletesbűlnek s állandósulnak. Ezen elv szerint fejlődnek ki például, a lélekzést közvetítő testfelületen a felületet nagyobbító, egyes szétszórt bőrkitüremlések, melyek állandósulva s tökéletesbűlve, a lokalizált kopoltyúk képződéséhez vezetnek. Különben præformált szájnyilással, mint épen említém, a szivacsok galléros sejtjei is el vannak látva; præformált nyilások továbbá, mindazon ellenálló burkolatú sejteknél megvannak, melyek valamely anyagot kiürítenek, vagy kivülről valamit felvesznek: igy állandó nyilása van az egysejtű mirigyeknek s számos petének (micropyle). Mindezekből kitűnik, hogy az ázalékállatkák szervezete sokban eltér ugyan a legelemibb sejttől, mely egy magot tartalmazó protoplazma-tömegecske, de egyetlen oly szervük sincsen, mely a magasabban elkülönült sejtekre nézve egészen idegenszerű lenne.

A csillószőrös ázalékállatkáknál sokkal nagyobb nehézséget okoz a *Radiolárok* alaktani értékének megállapítása. Ezen gyökérlábúak alapállománya ugyan szintén sarcode, azaz protoplazma, ebbe azonban HUXLEY, MÜLLER JÁNOS, CLAPARÈDE és LACHMANN-nak, valamint a *Radiolárok* első részletes tanulmányozójának HAECKEL-nek felfogása szerint, különböző *sejtértékű elemek* vannak beágyazva. Ismeretes, hogy a *Radiolárok* protoplazmája tokonkivülire és tokonbelülire oszlik; az előbbi, melyből a sugaras állábak indulnak ki, kéregréteget képez, mely az u. n. *középponti tokot (Centralkapsel)* vonja be; az utóbbi meglehetős vastagfalú s likacskacsatornákkal áttört gömböt képez, melynek protoplazma-tartalma az épen említett likacskacsatornákon át közlekedik a tokonkivülivel. A központi tok közepében néha még egy finom burokkal környezett gömbölyű képlet, az u. n. *belső hólyag (Binnenblase)* foglal helyet. A *Radiolár*-test sejtes elemeit a tokonkivüli és belüli protoplazma nagyszámú *alveolusai*, továbbá a középponti tok gyakran igen tömötten álló *világos hólyagocskái*, s végre a tokonkivüli protoplazmában többnyire, de nem min-

[1] On the Spongiæ Ciliatæ. 326.

[2] Ueber die intracelluläre Verdauung bei Coelenteraten. Zoolg. Anzeiger. III. (1880) No. 56. 261.

[3] Die Anatomie des Leberegels Distomum hepaticum L. ZWZ. XXXIV. (1880) 578.

[4] Adatok a zsírfelszívódáshoz. Ért. a term. tud. köréből. Kiadja a m. tud. Akadémia. II. köt. X. sz. Budapest. 1873.

dig előforduló u. n. *sárga sejtek képezik*. Ezen állítólagos sejtek közül azonban, HERTWIG R. igen pontos újabb vizsgálatai szerint[1] csak is a sárga sejtek valódi sejtek, a tokon kivüli és belüli alveolusok ellenben nem egyebek viztiszta folyadékkal telt üröcskéknél, melyek a protoplazmát épen mint az *Actinosphaeriumnál* habossá teszik; a középponti tok világos hólyagocskái ellenben sejtmagoknak felelnek meg, melyek HERTWIG szerint, a *Radiolároknak* szaporodásánál egyenkint körülburkolódnak a tokon belüli protoplazma egy rétegével, s ily módon sejtekké változván, a középponti tok megpukkantával monasszerü ostoros rajzók alakjában kiszabadúlnak. Ezen magok keletkezése igen sajátságos, s egészen eltér a sejtmagok eddig ismert keletkezési módjától. HERTWIG szerint a belső hólyaggal biró Radiolároknak tulajdonképen egyetlen igen magasan elkülönült magjuk van, s ez az ú. n. belsőhólyag, melynek finoman szemecskéjü, világos alapállománya majd egy, majd több gömbölyüded, vagy elágazó, gyakran gomba-myceliumokra, pl. a Saprolegniákéra emlékeztető testet, ú. n. *belső testet (Binnenkörper)* tartalmaz; ezek tehát a magtestecskéknek felelnek meg, melyeknek sarjai leválván, a belső hólyagból a középponti tok protoplazmájába nyomúlnak s itt az ú. n. *világos gömböket* képezik.

Meg kell jegyeznem, hogy a *Radiolárok* testének bizonyos elkülönüléseit, nevezetesen a különböző szerkezetü kovasav-vázakat, valamint a középponti tokban gyakran előforduló kristályos testecskéket és színes olajcseppeket, mint olyanokat, melyekkel megegyezők az alsóbb gyökérlábúaknál is előfordulnak, s melyek a *Radiolárok* alaktani értékének megállapítására nincsenek befolyással, szándékosan hagytam figyelmen kivül.

Az előadott felfogás szerint a *Radiolárok* szervezete jóval egyszerübb, mint minőnek HAECKEL tartotta, s egy magas fejlettségü, egészen sajátságos, igen nagy (a nagyobb alakok 4—5 mm. átmérőjüek) sejtnek felel meg, melynek protoplazmájá egy vastagfalú tok külső, egyén fenntartási, és belső, fajfenntartási részletekre osztja, s mely az igen magasan elkülönült tulajdonképi magot, a belső hólyagot, s az utóbbiban sarjadzó, azután pedig a tokon belüli protoplazmába jutó világos hólyagokat tartalmazza. Csupán a *sárgasejtek* azon valóban sejtek értékével biró elemek, melyek az egysejtüség ellen szólanak. Ez utóbbiak gömbölyüded vagy tojásdad alakú, körülburkolt, maggal ellátott sejtek, melyeket a levélzöld bőrsárga módosúlata színez, keményitő szemecskéket tartalmaznak s oszlással szaporodnak; e szerint egészen megegyeznek az egysejtű moszatokkal. Különben nem egészen állandóan, de többnyire előfordulnak, még pedig csak a tokon kivüli protoplazmában.

Ha ezen sárgasejtek csakugyan a *Radiolárok* szervezetének kiegészítő részét képezik, úgy ezen gyökérlábúak kétségkivül nem tarthatók egysejtüeknek, s jelenlétöket a *Radiolár-testnek* különben sejtekből össze nem tett protoplazmájában csak úgy magyarázhatjuk meg, ha STEIN-nal[1] feltesszük, hogy endogen sejtképződés útján jöttek létre. *De vajjon nem valószinü-e, hogy tulajdonképen nem tartoznak a Radiolárokhoz, hanem önálló egysejtü moszatok, melyek a Radiolárok protoplazmájába tolakodtak?* Ha tekintetbe vesszük, hogy előfordulásuk nem állandó, hogy keletkezésük módjáról semmi biztosat nem tudunk, s csupán annyira terjed ismeretünk, hogy oszlással szaporodnak; továbbá, hogy bizonyos moszatok előszeretettel tolakodnak más szervezetek belsejébe, így pl. a szivacsok mesodermájába s itt vigan szaporodnak; mindezt, valamint az ú. n. levélzöld-testecskék tárgyalásánál alább előadandókat tekintetbe véve, a legnagyobb valószinűség szól a mellett, hogy a sárgasejtek voltaképen nem tartoznak a *Radiolárokhoz*. Ezen már a priori igen valószinünek látszó felfogás helyessége mellett szól CIENKOWSKI-nak azon észlelete, hogy a *Callozoum inerme* sárgasejtjei a *Radiolár* testének szétroncsolása s elhalása után tovább élnek, s folytatják oszlás útján történő szaporodásukat, miből CIENKOWSKI, úgy hiszem, egészen jogosan vonhatta azon következtetést, hogy a sárga sejtek önálló szervezetek, egysejtü moszatok, s nem tartoznak a *Radiolárokhoz*.[2] HERTWIG, ki a sárgasejteknek a *Radiolárok* szervezetéhez való tartozását CIENKOWSKI-val szemben előbb határozottan állította,[3] újabb vizsgálatai alapján a CIENKOWSKI-féle felfogás helyessége mellett nyilatkozik.[4] *Ha tehát a sárgasejtek csakugyan nem tartoznak a Radiolárok szervezetéhez, úgy semmi sem áll annak útjában, hogy a Radiolárokat, épen úgy, mint a többi gyökérlábúakat magas elkülönüléseik mellett is egysejtü szervezeteknek tartsuk.*

[1] Zur Histologie der Radiolarien. (1876)

[1] Der Org. II. 16.
[2] AMA. VII. (1870).
[3] Zur Histologie der Radiolarien. 19.
[4] Der Organismus der Radiolarien. 118.

A véglények szervezetére vonatkozó ismeretek ezen irányban való fejlődése és tisztázódása mellett a CLAPARÈDE és LACHMANN-féle feltevés, hogy a véglények sarcodéját alkotó sejtek és szövetek csupán az alkalmazott szövetbuvárlati módszerek tökéletlensége miatt nem vehetők ki, mindinkább veszté hitelét; azon tan ellenben, mely valamennyi vagy legalább legtöbb véglényt egysejtűnek tekint, egyre mélyebb s erősebb gyökeret vert. Mai nap az illetékes szakférfiak között egyet sem említhetnénk, ki a véglényeknek szövetekből való összetételét vitatná; e tekintetben csak egy vélemény van, az t. i., hogy a véglények teste a szöveteket nélkülözi és SIEBOLD-dal s KÖLLIKER-rel, STEIN, ENGELMANN, GEGENBAUR, HAECKEL, HUXLEY, VAN BENEDEN E., CIENKOWSKI, CLAUS, SCHULTZE E. F., BÜTSCHLI, HERTWIG R. stb. osztoznak ezen felfogásban; véleménykülönbség csupán arra nézve van, vajjon a több maggal bírók egysejtűeknek vagy potentia többsejtűeknek, azaz annyi sejtből állóknak tekintendők-e, a hány magjuk van. Hogy azonban a látszólag soksejtű véglényeknek — minők a *Radiolárok* — sincsenek tulajdonképi szöveteik, hanem testök alapállománya sarcode vagy protoplazma, mint az állat- és növénysejteké, erre nézve ismét egyezők a vélemények. Hogy szöveti szerkezet tekintetében mily éles a különbség a véglények s magasabb szervezetek között, ezt ép oly találóan, mint szépen fejezik ki HAECKEL következő szavai: «A legtöbb véglénynek egész teste élethossziglan egyetlen sejtből áll. Valódi szöveteket s szerveket azonban azon véglényeknél sem találunk soha, melyek kifejlődött állapotban soksejtűek, sohasem találjuk náluk a sejteknek azon sajátságos munkamegosztását és elhelyeződését, mely a valóságos állattestet és valóságos növénytestet jellemzi. Mert ezeknél a test összalakja uralkodik azon sejteknek elrendeződésén, képződésén, szövetekké és szervekké való összeköttetésén, melyekből össze van téve. A soksejtű véglényeknél ellenben a társasan összekötött sejtek mindig megtartják többé-kevésbbé önállóságukat; mindig csak igen laza társaságokat képeznek, munkamegosztás nélküli társas összeköttetéseket, melyeket nem lehet czentrálizált államoknak tekinteni. Ha az állatnak és növénynek szervezetét jól organizált kultur állammal, úgy ellenkezőleg, a soksejtű véglények laza sejtcsoportjait legfeljebb a természet polgárosulatlan fiainak gyülevész csordáival hasonlíthatjuk össze. A legtöbb véglény azonban, mint mondottuk, még ezen sejtcsordák képződéséig, a társulás ezen legalsóbb fokáig sem jut; beéri avval, hogy mint remete, önmagának éljen s teljes önállóságát minden tekintetben megóvja. A legtöbb véglény élethossziglan egyszerű, izolált sejt marad s mint sejt-remete él.»[1]

HAECKEL a soksejtű véglények alatt a *Radiolárokat,* továbbá a több maggal bíró *ázalékállatkákat* és *gyökérlábúakat* érti. Az előbbiekről t. i. a *Radiolárokról* már kifejtettem, hogy soksejtűségök tulajdonképen nem áll, s e szerint csak sokmagvúaknak tekinthetők, mint számos más gyökérlábú és sok csillószőrös ázalékállatka. Kérdés már most, vajjon megokolt-e oly szervezeteket, melyek protoplazmatestükben több magot rejtenek, de ezen magok sohasem voltak külön sejtek magjai, ugyanannyi sejtnek tartani, amennyi magot tartalmaznak? Ha dogmaszerűleg ragaszkodunk azon felfogáshoz, hogy minden sejt csupán egy magot tartalmazhat, s a széltében használt «*sokmagú sejt*» kifejezést, mint HAECKEL ismételve hangsúlyozza, csakugyan contradictio in adjectonak, a sokmagú sejtet pedig eo ipso soksejtűnek kell tartanunk:[2] úgy a sokmagú véglényeket eszményileg mindenesetre soksejtűeknek kell tekintenünk, mind amellett, hogy protoplazmatestök egy egészet képez s hogy protoplazma-részecskéik nincsenek egyes magokhoz kötve. Hanem ekkor azután soksejtűnek kell tartanunk a színtelen vérsejteket, a myeloplaxokat s számos más többmagú állati szöveti elemet, valamint számos eddig magnélkülinek vélt gombasejtet is, mint pl. az *Empusa, Achlya, Saprolegnia* sejtjeit, melyekben MAUPAS[3] valamint SCHMITZ[4] legújabb időben több magot mutattak ki, s melyek eszerint, a magnélküli sejtnek, cytodának alacsony fokáról egyszerre a soksejtűség magas rangjára emelkedtek. Részemről, ha tekintetbe veszem, hogy mind a szövetekké egyesült, mind az egyenkint élő elemi szervezetek között vannak olyanok, melyeknek egységes értéke semmi tekintetben sem változik attól, hogy magjuk megszaporodik: teljesen osztozom IHERING-nek azon felfogásban, hogy inkább eltüri a sejt-séma a módosítást, mintsem többsejtűeknek tartsunk oly alaki egységeket, melyek több maggal bírnak. Erre nézve igen találóan jegyzi meg IHERING, hogy vala-

[1] Das Protistenreich. (1878) 17—18.

[2] Die Kalkschwämme. Berlin (1872) I. 105. Továbbá: Zur Morphologie der Infusorien. Jen. Z. VII. (1873) 529.

[3] Sur quelques protorganismes animaux et vegetaux multinuclées. C. R. (1879) 250.

[4] Untersuchung üb. die Zellkerne der Thallophyten. Bonn (1879)

mint a sejtmag alaki értéke nem változik attól, akár nincs magtestecskéje, akár pedig egy, kevés vagy épen sok magtestecskéje van: épen így nem változik a sejt alaki értéke magjainak szaporodásától sem.[1] Ha már most a sejt-sémán ezen kívánatosnak és szükségesnek látszó módosítást meg teszszük s megnyugszunk abban, hogy egy sejt több magot is tartalmazhat, befejezettnek tekinthetjük a véglények alaktani értéke körül folytatott hosszas vitát, s méltán hódolhatunk az elismerés babérával azon mélyen gondolkodó természetbúvárnak, ki EHRENBERG magas szervezétet hirdető tanának diadalnapjaiban, ezelőtt 35 évvel, nem habozott kimondani azon fundamentális igazságot, hogy a szervezetek sorozata egysejtű lényekkel veszi kezdetét.

A véglények szervei.

Minthogy a véglények szövetekből összetéve nincsenek, mindenekelőtt felmerül azon kérdés, vajjon lehet-e nálok egyáltalában szó szervekről? Ezen kérdésre határozott feleletet csak akkor adhatunk, ha előbb azt hozzuk tisztába, hogy mi a szerv. HAECKEL tisztán morfológiai szempontból ezen szavakkal írja körül a szervet: «Állandó, egységes, határozott alakú térbeli nagyság, mely több plastidának (cytodának, vagy sejtnek, vagy mindkettőnek) állandóan egyesült összegéből van összetéve, s mely a harmadik egész hatodik rendbe tartozó alak-egyének pozitiv bélyegeit nem viseli magán.»*[2] Ezen definicziónál, mely részben negativ tartalmánál fogva, mint maga HAECKEL is beismeri, hiányos, rövid szavakkal többet mond MARGÓ, ki a szervet élettani szempontból is méltatja; szerinte: «Szervek alatt értjük az elemi részek és szövetek bizonyos összegét, mely különös alakkal és működéssel bír.»[3] Ezen értelmezések szerint, melyek a szerv fogalmával bizonyos szöveti öszszetételt hoznak kapcsolatba, a véglényeknek tulajdonképi szervei nem lehetnek, s HAECKEL következetesen mondhatja a véglények alaktani értékét körülíró fennebb idézett szavaiban, hogy valódi szervek a véglényeknél nem fordulnak elő.* De vajjon elégségesek-e a szerv ezen definicziói? Nem szenved semmi kétséget, hogy a legtöbb szervre nézve elégségesek; elégségesek nevezetesen az ú. n. összetett, azaz különnemű szövetekből szerkesztett (heteroplasticus), s az egyszerű, azaz egyszövetből álló (homoplasticus) szervekre. Minden szervre azonban, mint számos más, jobbnak hiányában közhasználatban levő definiczió, nem elégségesek s nem használhatók; mert hiszen vannak az egyszövetből álló szerveknél még egyszerűebbek, pl. az egysejtű mirigyek, alsóbb állatok egysejtű izmai, bizonyos érzéki sejtek, stb. De még ezen egysejtű szervek sem a legegyszerűebbek; a szövetekből összetett szervezeteknél vannak még sokkal egyszerűebbek is, melyek még csak egyetlen sejt értékével sem birnak. Ilyenek pl. a növények levélzöld testecskéi, az ürbelűek csalánszervei, az izeltlábúak szemének fénytörő corneája, az izeltlábúak szőrei, pikkelyei, a kerékállatkák igen bonyolódott szerkezetű állkapcsai, a férgek horgai, tüskéi, sertéi stb.; mindezekre széltében alkalmazzuk, s úgy hiszem helyesen, a szerv kifejezést, bár a fentebbi definiczió nem illik rájok.

Világos ezek után, hogy a szerveknek közhasználatban levő definicziójához ragaszkodva, még a szövetekből összetett szervezetek bizonyos szervei sem tarthatók ilyeneknek, miből azonban világért sem következik az, hogy ezek nem valódi szervek, hanem bizonyára csakis az, hogy a szerv definicziója ki nem elégítő. Hogy a szervnek kielégítő definiczióját adjuk, szükséges, felfogásom szerint, hogy annak eredetileg tisztán élettani fogalmából induljunk ki, mely a szervet az élőlények műszerének, szerszámának vallja, s csak második sorban, a szervek osztályozásánál, lehetünk és legyünk is tekintettel az alaktani értékre. Ezen alapra támaszkodva, úgy hiszem, minden tekintetben kielégítő definiczió önkényt kinálkozik s ezen szavakban foglalható össze: A szervek elkülönült testrészek, melyek az élőlények

[1] Befruchtung und Furchung des thierischen Eies. (1878) 42.

* A HAECKEL-től megkülönböztetett hat alak-egyén a következő: 1. plastidák (cyclodák és sejtek); 2. szervek, 3. ellenes részek (Antimeren), 4. követő részek vagy izek (Metameren), 5. Személyek (Personen od. Prosopen), 6. telepek (Cormen, Stöcke, od. Colonien) Gen. Morph. I. B. 266.

[2] Generelle Morph. I. B. 291.

[3] A tudományos állattan kézikönyve. Pest. (1868) 55.

* Más helyen azonban a *Monerekkel* szemben maga HAECKEL is szerveket tulajdonít a többi véglényeknek s a sejteknek: «Jede echte Amoebe, jede echte (d. h. kernhaltige) thierische und pflanzliche Zelle, jedes thierische Ei ist in diesem Sinne bereits ein elementarer Organismus, aus zwei verschiedenen Organen, dem inneren Kern, (Nucleus) und dem äusseren Zellstoff (Plasma oder Protoplasma) zusammengesetzt. (Studien über Moneren und andere Protisten. 4.)

bizonyos munkáinak végzésére hivatvák,* mely azután lehet vagy különböző, vagy egynemű szöveti elemekből szerkesztett, vagy egysejtű, vagy végre a sejtnek része sőt megszilárdult váladéka is (pl. chitinszőrök, pikkelyek, állkapcsok, horgok stb.). Ily módon értelmezve a szerv fogalmát, valódi szerveket sem fogunk tagadni a sejttől, a minthogy nem is tagadunk mindannyiszor, valahányszor a sejtet Brücke találó kifejezésével elemi szervezetnek, azaz szervezettnek, tehát oly élő elemi egységnek mondjuk, mely szervekkel el van látva; mert végre is csak az lehet szervezet, a mi szervezett, azaz szervekkel ellátott. Ily értelemben szólhattam már fentebb a szöveti elemek szerveiről, s ily értelemben szólhatunk a véglényekéiről is, mint valódi szervekről. Mivel pedig a szerv első sorban élettani fogalom, egészen fölöslegesnek tartom Haeckel-nek azon ajánlatát, hogy az ázalékállatkák szája és alfele, minthogy nem homolog az állatok megfelelő szerveivel, ezentúl sejtszájnak (cystostoma) és sejtalfelnek (cystopyge) neveztessék:[1] hiszen ez úgy is magától értetődik, s a tudománynak új műszókkal való épen oly felesleges megterhelése, mintha pl. az egy- és soksejtű mirigyek, a chitin szőrök, egy- és soksejtű szőrök mind külön-külön műszóval jelöltetnének.

Vajjon a véglények szerveit valódi, vagy nem valódi szerveknek nevezzük-e, s az ázalékállatkák száját és alfelét mily műkifejezéssel jelöljük, ennél sokkal fontosabb kérdés vár megoldásra: az t. i. vajjon a véglények s a sejtek szervei, valamint maguk a sejtek nincsenek-e úgy, mint a sejtekből szerkesztett szervek s a többsejtű szervezetek önálló életet élő egységekből összetéve? Brücke az elemi szervezetekről írt s méltán híressé vált értekezésében[2] ezeket mondja: «Én a sejteket elemi szervezeteknek nevezem, mint mikép azon testeket, melyek eddigelé vegytanilag nem bontattak szét, elemeknek nevezzük. A mily kevéssé van ezeknek szétbonthatatlansága bebizonyítva, ép oly kevéssé tagadhatjuk annak lehetőségét, hogy talán a sejtek maguk is más, még kisebb szervezetekből vannak összetéve, melyek hasonló viszonyban állanak hozzájok, mint a sejtek az öszszervezethez; eddigelé azonban nincs alapunk ezt feltenni.»

Mióta Brücke ezen szavakat írá, az elemek összetettsége s szétbonthatósága sokat nyert valószinűségében; az elemi szervezetek finomabb szerkezetének kipuhatolására irányított újabb búvárlatok pedig, nézetem szerint, egyre közelebb vezetnek azon felfogáshoz, hogy még maguk is kisebb szervezetekből vannak összetéve, melyek hasonló viszonyban állanak hozzájok, mint a sejtek az öszszervezethez. A sejteknek testét felépítő ezen parányi élő egységek feltevése által a véglényeknek bizonyos magas szervezeti elkülönülései mindenesetre sokat veszítenek fejlődésük titokszerűségéből. További vizsgálatok vannak hivatva felderíteni, vajjon ezen hipotétikus egységek tényleg megvannak-e.

A véglények testének alapállománya.

Az újabb vizsgálatok, miként alkalmam volt terjedelmesen tárgyalni, megdönthetetlenűl bebizonyították, hogy a véglények alapállománya sarcodéból, azaz protoplazmából áll, mely a legtöbb véglénynél többnyire egészen nem szemecskés, üvegszerüleg átlátszó kéregrétegre, *kéregplasmára (ecto- vagy exoplasma, ecto- vagy exosarc, Rindenparenchym)* s szemecskés belső állományra, *bélplasmára (entoplasma, entosarc, Innenparenchym)* van elkülönülve; ezek azonban minden éles határ nélkül mennek át egymásba, s az utóbbi korán sem tölt ki, miként Claparède és Lachmann fogták fel, egy præformalt űrt. A tömöttebb kéregréteg s folyékonyabb belső állomány közötti különbséget, tudtommal, Cohn emelte ki először 1851-ben.[1]

Azon véglényeknél, melyeknél a protoplazmatestnek kétféle állománya jól el van különülve, az emésztés és áthasonítás munkáját kizárólag a bélplasma végezi, míg a kéregplasma nem csupán az állatéleti működések végzésére, hanem még más fontos szervek elfogadására is szolgál. A bélplasma félig folyékony pépszerű állomány, mely sűrűen elszórt, szerfelett apró, halvány szemecskéken kívűl nagyobb, erősebb fénytörésű, majd szabálytalan alakú rögöcskéket, majd tompított szélű, többnyire kissé lapított

* Az ú. n. csökevényes szervek az egyén életében ugyan munkakört nem végeznek, de jogosan tehetjük fel róluk, hogy a phylogeniai sorozatban ezek is végeztek bizonyos munkát, sőt egy részüknél csakis tudatlanságunk palástolására használtatik a «csökevényes» jelző, a mennyiben vannak «csökevényes szervek», melyek csak a teljes kifejlődését elért szervezetben nem működnek, de működtek az egyéni fejlődés bizonyos szakában.

[1] Zur Morphologie der Infusorien. 547.

[2] Die Elementarorganismen. Sitzungb. d. math. naturw. Classe d. k. Akad. 44. B. 2. Abt. Wien. 1862.

[1] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. 263.

testecskéket tartalmaz, melyek élénken emlékeztetnek a peték széktestecskéire, s melyek Bütschli szerint, fehérjenemű amyloid anyagból állanak s jód és kénsav hozzáadására megkékülnek.[1] Hogy a testecskék nem kívülről felvett idegen záradékok, ezt világosan bizonyítja az, hogy a szájnélküli *Opalina-*, *Acineta-* és *Gregarinafélèknél* is előfordulnak; számos *Heliozoumnál* s *Radilárnál* a protoplazma a rögöcskéken kívül színes olajcseppeket, a levélzöldet tartalmazó *Flagellátoknál* amylum- és paramylum-testecskéket tartalmaz. Az épen említett, nyilván tartalékanyagok értékével bíró rögöcskéktől jó megkülönböztetendők azon egészen más természetű, nem mindig előforduló, igen erősen fénytörő testecskék, melyek majd ritkán, majd sűrűen szét vannak szórva, majd bizonyos helyeken felhalmozódnak. Ezen testecskék, melyek erős fénytörésük miatt áteső fénynél egy tömegben feketéknek, egyenkint fekete körvonalúaknak látszanának, majd igen apró, látszólag gömbölyüded szemcséket, majd kis pálczikákat képeznek. A *Paramecium Aureliánál* azt találom, hogy e pálczikák gyakran kettesével, hármasával összenőnek s A, K, X betükhez hasonló alakot mutatnak. Az ázalékállatkák egybekelésével foglalkozó több búvár tesz említést ezen sötét szemecskékről, s én magam is kiemeltem a sósvizi *Lionotus Fasciola* leirásánál[2] s Bütschli azon felfogásához, hogy az egybekelés alatt végbemenő igen élénk anyagforgalom termékei,[3] hozzátettem, hogy igen valószinűen húgyconcrementumok értékével bíró bomlási termékek, mi mellett különösen az szól, hogy egészen megegyezni látszanak az alsóbb állatoknál annyira elterjedt húgysavas nátron rögöcskékkel. E bomlási termékek némely ázalékállatkánál a protoplazma áramlásába jutván, a testvégeken, ott, hol az áram elhajlik, lerakatnak s e helyeken azután azon sötét foltokat képezik, melyek pl. a *Paramecium Aureliánál* s számos *Oxytrichafélénél* a mellső és hátsó testvégen, a *Metopus sygmoidesnél* csupán a mellsőn, a *Vorticellaféléknél* pedig a kocsányvégen fordulnak elő. Nyilván ugyanide tartoznak azon sötét szemecskék is, melyek számos tokot lakó *Monothalamiumnál*, pl. az *Euglyphäknál*, *Trinemánál* s *Cyphoderiánál* a mag előtt gyakran övet képeznek, s talán azon kristályok is, melyek a *Radiolárok* tokon belüli protoplazmájában gyakran előfordúlnak. Azon véglényeknél, melyek szilárd táplálékot vesznek fel, a protoplazma rögöcskéivel keveredett idegen záradékok gyakran igen megnehezítik annak eldöntését, hogy mi tartozik a protoplazmához s mi az, a mi kívülről jutott állományába. Az emésztés alatt levő elnyelt testek majd egyszerűen be vannak ágyazva a protoplazmába, majd vízudvar által környezettek; ezek azon *emésztőüröcskék*, melyek Ehrenberg-et a sokgyomrú készülék felállítására vezették. Ezen emésztőüröcskéken kívül gyakran nagy nedvűrök fordulnak elő számos véglény bélplasmájában, melyek között a protoplazma, mint gyorsan növekedő növénysejtekben, vagy a Hydroidok entoderma-sejtjeiben hálózatos gerendázatot képez; így pl. a *Trachelius Ovumnál*, a csillószőrös ázalékállatkák között, s a *Noctilucáknál*. Ugyanily nedvűrök az *Actinosphærium Eichhornii* s több más gyökérlábúnak protoplazmáját egészen habossá teszik; Hertwig szerint a *Radiolárok* tokon kívüli és belüli protoplazmájában előforduló ú. n. alveolusok szintén nedvüröcskéknek felelnek meg.

Focke, mint már fentebb említettem, már 1836-ban észlelte a *Paramecium Bursariánál* a bélplasmának keringő áramlását s nyomós argumentumul használta fel Ehrenberg sokgyomrú készüléke ellen. Ezen áramlást, mely élénkebb a bélplasma külső részében, mint belsejében, sokszorosan összehasonlították a protoplazmának azon aktiv keringő áramlásával, mely bizonyos növénysejtekben, pl. a Chara-sejtekben oly megragadó pompás látványt nyujt. Ezen felfogás ellen Stein az áramlásnak egészen más, s mint e jelenség okának kipuhatolására tett számtalan észleleteimre támaszkodva állithatom, a valónak teljesen megfelelő magyarázatát adta.[1] A *Paramecium Bursariánál* az áramló tömeg a testnek baloldali, hosszabb és hajlottabb szélén mellfelé tart, azután a mellső testvégen jobbra kanyarodva, a jobb oldali, rövidebb és egyenesebb szél hosszában hátrafelé irányúl, s a hátsó testvégen ismét balra és mellfelé kanyarodik. Tekintetbe véve már most azt, hogy a test hátsó felének jobb oldalán fekszik a rövid tölcsérszerű garat, melynek a bélplasmához vezető hátsó vége balra hajlott, s hogy ezen garaton át szünet

[1] Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren AAP. (1870) 365. Továbbá: Einiges über Infusorien. AMA. IX. B. 4. H. (1873) 671.

[2] A szamosfalvi sóstó néhány ázalagjáról. Term. rajzi füz. II. (1878) 229.

[3] Studien üb. die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle ect. 421.

[1] I. 57.

nélkül erélyes táplálékáram, a garaton végig haladva, bizonyos állandó irányt nyert; alig szenvedhet kétséget, hogy ezen áram hozza keringésbe s tartja keringésben a protoplazmát.* Egészen ily módon jő létre egy többnyire sokkal lassúbb keringés mindazon csillószőrös ázalékállatkáknál és Flagellátoknál, melyeknek állandó szájuk s garatjuk van, míg a szájat s garatot nélkülöző véglényeknél ezen szabályos irányú keringés nem észlelhető, mi a Stein adta magyarázat helyessége mellett mindenesetre igen nyomós bizonyíték.

Egészen más természetű azon áramlás, melyet a *Noctilucák* hálózatos gerendázatot képező bélplasmáján Quatrefages már 1850-ben észlelt, s újabb búvárok is megerősítettek;[1] ezen áramlás a protoplazmának aktiv mozgási jelenségeihez tartozik s egészen megegyezik avval, mely a növénysejtekben, pl. a Tradescantia porodaszőreinek hiressé vált sejtjeiben, vagy bizonyos gyökérlábúak állábain észlelhető, miről alább még szó leend.

A bélplasma a legtöbb véglény felületén ellentállóbb, tömöttebb összeállítású kéregrétegbe megy át, mely többnyire, de nem mindig, egészen egynemű, üvegszerűleg átlátszó. A hol a kéregplasma élesen el van különűlve, mint pl. a nagyobb *Amoebáknál* vagy számos csillószőrös ázalékállatkánál, tulajdonképen két egymásba elmosódva átmenő réteg különböztethető meg rajta: egy folyékonyabb, mézgaoldathoz hasonló belső réteg, mely a bélplasmába folytatódik s a véglény szétfolyásakor duzzadó, víztiszta cseppekben ömlik ki, s egy jóval tömöttebb összeállású külső réteg. Ez utóbbinak tömöttsége néha merevségig fokozódik, úgy, hogy a véglény pánczélzottnak látszik, a nélkül, hogy elkülönült pánczéla lenne. Szétfolyás alatt ugyanis ezen merev határréteg is felduzzad, mintha csak merev állománya megolvadna; ezt lehet például észlelni a *Stylonichiákon, Euplotes* és *Aspidiscaféléken*, vagy a *Flagellátok* között a *Cryptomonasokon*, mire már Dujardin is figyelmeztetett s mit Stein,[2] valamint Claparède és Lachmann[3] egyaránt kiemelnek.

* A protoplazma keringésének ily módon való létrejötte és fenntartása igen jól megérthető Stein élethű rajzainak megtekintéséből, mely rajzok fel vannak véve Margó tud. állat. kézikönyv. 34. l. 5 ábr.

[1] M. Schultze, Die Polythalamien. 38. Cienkowski: Ueber Noctiluca miliaris Sur. AMA. IX. (1873) 47.

[2] I. 56.

[3] I. 16.

Cuticula, vázak, héjak.

Ehrenberg-gel szemben, ki a véglényekben mindig a magasabb állatok miniature-képeit látta, s nekik magas szerkezetű izomzattal összefüggő köztakarót is tulajdonított, Dujardin bebizonyította, hogy a gyökérlábúak sarcodéja egészen buroknélküli; nemkülönben burok nélkülieknek állította mindazon ázalékállatkákat, melyeknek teste könnyen szétfoly, míg több család képviselőinek (*Leucophryens, Parameciens, Vorticelliens, Urcéolariens*) hálózatos burkot tulajdonított. — Cohn volt az első, ki ez irányú pontos vizsgálatokkal kimutatta, hogy az ázalékállatkáknak csakugyan van alkalmas kémlelő szerekkel teljesen leemelhető finom burokjuk, melyet *cuticulának* nevezett.[1] További vizsgálatok Cohn észleleteinek helyességét megerősítették, de azt is bebizonyították, hogy a csillószőrös ázalékállatkák nem mindegyikét borítja a cuticula, s épen az ú. n. pánczélosak azok, melyeknél, mint épen említém, a határréteg nincs külön cuticulává tömörűlve. Állandóan cuticulával vannak továbbá borítva a *Gregarinák* és *Noctilucák*, valamint számos *Flagellátok* is. Valódi cuticuláról természetesen csak azon esetben lehet szó, ha közvetetlenűl, vagy kémlelő szerekkel való kezelés után kettős körvonalú hártyát különböztethetünk meg, mint pl. a *Gregarináknál*, mely ha vastagabb s szilárdabb, valóságos pánczélt képezhet. Minthogy azonban a cuticula vastagsága aránylag tág korlátok között változik, egyes adott esetekben vita tárgyát képezheti, vajjon van, vagy nincs-e cuticula. Ez áll pl. az *Amoebákról*, melyeket, mint a többi gyökérlábúakat általában, culticula nélkülieknek tartanak, míg Auerbach az *Amoebák* egysejtűségét kimutató értekezésében kifejtett azon nézetét, hogy van cuticulájok, bizonyos *Amoebákra* újabb vizsgálatai után is fenntartja.[2] A cuticula minden esetre végtelen finom, tömöttebb összeállású *határréteggel* veszi kezdetét; egészen az egyéni felfogástól függ már ezen határréteget is cuticulának tartani, vagy nem tartani; minden e felett folytatott vita meddő hajszálhasogatás, mert mint Frey a sejthártyáról igen találóan megjegyzi: «Nincs az az ember, a ki megtudná mondani, hogy az ily hártyácska voltaképen hol kezdődik».[3] A véglények cuticulája nem mindig szerkezet nélküli, néha, mintha

[1] Ueber die Cuticula der Infusorien. ZWZ. V. (1854).

[2] Organologische Studien. II. (1874) 235.

[3] Grundzüge der Histologie. (1875) 8.

igen parányi sejtek képeznék, apró tereeskék mozaikjából van összetéve; ezt találta HERTWIG a *Leptodiscus medusoidesnél;* máskor nagyobb többszögletes táblácskákra különült, a mint *Peridiniumfélék* pánczéla, melynek táblái maguk ismét finom hálózatos mozaikból állhatnak. Számos csillószőrös és ostoros ázalékállatkának cuticulája egy irányban, vagy két egymást szelő irányban finoman sávolyzott; ezen sávok többnyire többé-kevésbbé pörge lefutásúak s mint már 1839-ben MEYEN is kiemelte,[1] COHN pedig ismét ráutalt,[2] egészen megegyeznek a növénysejtek cuticulájának hasonló finom sávolyzatával. A cuticula sávjai néha egyenlő nagyságú apró gömböcskékből vannak összetéve; mintegy gyöngysorokat képeznek, mint pl. az *Euglena Spirogyránál,* vagy az általam leírt sósvizi *Placus striatusnál;*[3] máskor ismét az egész cuticula ily gömböcskékből áll, mint a HERTWIG-től leírt *Podophrya gemmipara* ú. n. vázhártyája (Skeletmembran).[4] Ezen röviden érintett rajzokhoz még bizonyos sculpturák, kiemelkedő tarajok, szemölcsök, tüskék stb. is járúlhatnak.

A mi a véglények cuticulájának vegyi összetételét illeti, erre nézve COHN vizsgálatai után annyit tudunk, hogy közelebb áll a czellulozéhoz s a chitinhez, mint az állati sejthártyához;[5] pontos vegyi összetétele azonban eddigelé ismeretlen.

Azon különböző alakú tokok, elálló pánczélok, héjak, vázak, melyek számos véglényre annyira jellemzők, kétségkívül szintén a cuticuláris képződések közé sorozandók; nem egyebek ezek, mint a véglény testének felületéről leemelődött pánczélok, mit legmeggyőzőbben bizonyítanak az *Acineták*, melyeknél, mint CLAPARÈDE és LACHMANN igen találóan említik fel, a testtől elálló tok s a testet megfekvő pánczél vagy finomabb cuticuláris burok között minden átmenetet lehet találni.[6]

Ezen tokoknak, héjaknak valamint alakja, úgy finomabb szerkezete is végtelenül változik, s tetszetős alakjuk, gyakran meglepő csinos dessinjeik s gazdag sculpturáik, különösen bizonyos gyökérlábúaknál, valódi szemüdítő képet tárnak elé, s a mikroszkópi készítményeknek dísztárgyai. Többnyire egyetlen összefüggő űrt zárnak körül, s csak a *Polythalamiumoknál* van belsejük likacsos rekeszekkel több kamrára, a kihalt *Nummuliteknél* pedig egymás felett álló bonyolódott szerkezetű galleriákra osztva. A többnyire jelenlevő egyetlen nyilást, melyen át a véglény a kűlvilággal közlekedik, a *Polythalamiumoknál* számtalan apró likacskacsatorna helyettesíti, melyektől a héj, mint a szita át van törve, s e miatt nevezte D'ORBIGNY ezen gyökérlábúakat *Foraminiferek-nek;* ugyanily likacskáktól van áttörve egy általam leírt sósvizi gyökérlábúnak, az *Orbulinella smaragdeának* a héja.[1] A *Radiolaroknak* s némely *Heliozoumoknak* héja nagyobb nyilásoktól van áttörve, melyek között a héj állománya finom hálózatot képez, mintha e tokok finom csipkékből alakúltak volna; ugyanily szerkezet jellemzi a csillószőrös ázalékállatkák között a *Dictyocystafélék* tokjait.

A tokok s héjak vagy chitinszerű állományúak, mint a testet burkoló cuticula; vagy, mint néha a pánczélok is (pl. *Peridiniumfélék*), elkovásodottak, így pl. az *Euglyphaknál, Heliozoumok-* és *Radiolárok-nál;* vagy végre szénsavas mésznek belerakodásától keményedtek el, mint a legtöbb *Polythalamium-nál* s a *Nummuliteknél.* Ezen kemény tokokkal szemben az ellenkező szélsőséget képezik azok, melyek, mint némely csillószőrös és ostoros ázalékállatkánál, szemecskés, nyálkás állományúak.

A protoplazmának — miként HAECKEL találóan kifejezi — «alakító művészete»[2] nem csupán a külső felületen képes vázakat formálni, hanem belsejében is, s e szerint a protoplazma belsejében is kiválhatnak vázrészek. Igy nevezetesen a *Radiolárok-* és *Heliozoumoknál* kovasavból álló, különböző alakú és nagyságú s elhelyezésü tűk, spiculumok, vagy pedig a legkülönbözőbb finomságú és szerkezetű csipkeszerű rostélyok (innét EHRENBERG-nek *rostélyállatkák «Gitterthierchen»* elnevezése), melyek úgy, mint pl. a szivacsoknál, a lágytestnek támaszát képezik.

A véglények cuticulájától s épen tárgyalt tokjaitól, héjaitól, létrejöttüket tekintve, alig különböznek azok az egészen zárt tokok, melyekbe bizonyos körülmények között, ú. n. **betokozódások** (Encystirung) alkalmával, elzáródnak. Ezen betokozódási folyamatról s ennek jelentőségéről azonban alább fogok szólani.

[1] Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1839)
[2] Id. m. 426.
[3] Term. r. füz. II. p. 233.
[4] Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) 28.
[5] Id. m. 425.
[6] I. 17.

[1] A szamosfalvi sóstóban élő gyöklábúakról. Term. r. füz. I. (1877) 164.
[2] Protistenreich. 38.

A kéregplasma elkülönülései. — Pálczikaalakú testecskék.

A kéregplasma, mint már említém, többnyire, de nem mindig üvegszerű, szemecske nélküli. Gyakran amyloid-testecskéket, a *Flagellátoknál*, s mint AUERBACH kimutatta, némely *Amoebánál* is keményitő- s paramylon-testecskéket, vagy ismeretlen természetű apró erősen fénylő gömböcskéket tartalmaz, különösen mélyebb rétegében; ugyanitt foglalnak helyet a nem ritkán előforduló levélzöld-gömböcskék, melyekre alább még visszatérek. A netalán előforduló különböző színű festőanyagok szintén a kéregplasmát színezik.

Némely csillószőrös ázalékállatkánál a kéregplasma felületes rétege tömötten egymás mellett álló s apró hengeres hámsejtekre emlékeztető hasábkákból van összetéve, melyek olyanféle szerkezetet adnak neki, minő a méhek lépe. Ezen sajátságos szerkezetet találta BÜTSCHLI a *Bursaria truncatellánál;* én ugyanezen szerkezetet ismerem egy Kolozsvár körül igen gyakran előforduló *Prorodonnál,* mely legközelebb áll EHRENBERG P. *niveusához.* Hogy ezen hasábkák nem hámsejtek, ezt eléggé bizonyítja az, hogy hasonló elkülönések némely sejtek kéregrétegében is előfordúlnak: így BÜTSCHLI kiemeli, hogy egészen ilyen hasábkák vannak a Pilidium epidermissejtjeinek kéregrétegében.[1]

Számos ázalékállatka kéregplasmájának igen feltűnő elkülönüléseit képezik az ú. n. *pálczikaalakú testek,* vagy *trichocystek,* STEIN *tapintó testecskéi,* melyek az ázalékállatkák egysejtűsége ellen oly gyakran érvűl hozattak fel. EHRENBERG már 1832-ben ismertette, hogy a *Bursaria vernalisnál* (= *Cyrtostomum leucas* St. levélzöld testecskéket tartalmazó változata) a csillószőrök között kis prizmaszerű pálczikák vannak mintegy beszúrkálva a test kéregállományába. Ugyanily pálczikákat fedezett fel SCHMIDT OSZKÁR 1849-ben a *Paramecium Aureliánál* és *P. caudatumnál.*[2] Mainap tudjuk, hogy ezen pálczikák igen sok csillószőrös, különösen holotrich ázalékállatkánál előfordúlnak, még pedig majd egyenletesen az egész ektoplasmában, majd annak csak bizonyos tájain. ALLMANN 1855-ben felfedezte, hogy ezen pálczikák eczetsavval való kezelésre, finom merev fonalat lövelnek ki, s az űrbelűek csalánszerveivel megegyező szerveknek, trichocysteknek tartotta,[1] mely felfogáshoz a legtöbb későbbi búvár csatlakozott. STEIN ellenben a kilövelt fonalakat a kémlelő szer hozzáadására megnyúlt s megmerevedett csillószőröknek, a szóban forgó pálczikákat, mint SCHULTZE M. a Turbellafélék egészen hasonló pálczikáit, tapintó testecskéknek tekinti, bár nem tagadja azt, hogy bizonyos ázalékállatkáknál a tapintótestecskékhez egészen hasonló pálczikák csakugyan fonalat lövelnek ki, s hogy valódi csalánszervek. Mi sem könnyebb, mint különösen a KÖLLIKER ajánlotta chromsavoldat[2] alkalmazásával meggyőződni arról, hogy a pálczikák csakugyan fonalakat lövelnek ki, sőt az ázalékállatkák, midőn a víz elpárolgása következtében a sók tömörűlnek, a fedőlemez pedig rájok nehezedik, minden kémszer nélkül is kilövelik fonalaikat, vagy helyesebben finom merev tűiket. CLAPARÈDE és LACHMANN említést tesz arról, hogy egy még le nem írt *Euglena* fajban is találtak a csillószőrös ázalékállatkák trichocystjeivel egészen megegyező pálczikákat;[3] nyilván ennek felel meg azon zöld Flagellát, melyet STEIN legújabb munkájába *Rhaphidomonas Semen* név alatt vett fel[4] s melynek «kéregrétegébe nagy mennyiségű pálczikaalakú testecske, vagy csalántok van beágyazva, melyeknek száma s csoportosulása egyénenként rendkívül változik.» Megemlitem itt, hogy én igen finom pálczikákat a zöld Flagellátok között még a *Phacus longicaudában* is észleltem; BÜTSCHLI pedig felemlíti, hogy moha-öntelékben nevelt színtelen *Chilomonas Parameciumokból* eczetsavval való kezelésre épen olyan tűket látott kilövelődni, mint a *Parameciumokból,* bár az élő Flagellátokban pálczikákat nem különböztethetett meg.[5]

Ezen még mindig kétes természetű szerveken kívül azonban némely ázalékállatkánál az űrbelűekével mindenben megegyező szerkezetű, valódi csalántokokat is észleltek. CLAPARÈDE és LACHMANN a norvégiai partok Campanuláriáin élődő *Ophryodendron abietinum* névvel jelelt, bizarr *Acinetaféléket* többnyire tömve találták a Campanuláriákéval egészen megegyező csalántokokkal;[6] GREEFF RICHARD az *Epistylis flavicans* egyes egyéneinek kéregplasmájá-

[1] Studien üb. die ersten Entwickelungsvorgänge etc. A IX. tábla magyarázó szövegében.

[2] V. ö. STEIN I. 61.

[1] V. ö. STEIN. u. o.

[2] Icones histiologicæ. 11.

[3] I. 23.

[4] III. Taf. XIII. fig. 6—12.

[5] Beitr. zur Kenntniss der Flagellaten. ZWZ. XXX. (1878) 245.

[6] III. 144.

ban gyakran nagy mennyiségben talált a Hydrák kisebb csalántokjaival egészen megegyező tokokat, melyek érintésre kiszökelő, pörgén csavart fonalat rejtettek;[1] BÜTSCHLI végre egy tengeri ázalékállatkában, melyet *Polykrikos Schwartzii* névvel jelölt, szintén talált valódi csalántokokat, melyek bonyolódott szerkezetüket tekintve, semmiben sem térnek el az űrbelűek csalántokjaitól.[2] Vajjon ezen valódi csalántokok az ázalékállatkáknak saját szervei-e, vagy csupán kívülről vétettek-e fel, mint miként igen gyakran elnyeli a polyptetű (*Kerona Polyporum*) az édesvízi Hydrák csalántokjait? Oly jogosult kérdés, mely további pontos vizsgálatoktól várja eldöntését.

A véglények testének összehúzódó képessége, vagy ennek hiánya. Myophanrostok.

A véglények testük alakját majd állandóan megtartják, majd ismét képesek azt a protoplazmának összehúzódása és duzzadása által többé-kevésbbé változtatni. Az *alakjukat nem változtató* véglények vagy egészen merevek, mint pl. a *Flagellátok* között a *Peridinium-* és *Cryptomonasfélék*, vagy a csillószőrösek közt a *Stylonychiák*, *Euplotes-* és *Aspidiscafélék*, vagy, ha hajlékony cuticulával borítottak, csak passzive képesek alakjukat, valamely külső nyomás hatása alatt, változtatni. Ezektől azután az *alakváltoztatókhoz* való átmenetet képezik azon véglények, melyek csupán lomhán képesek, férgek módjára, megnyúlni és megrövidülni, mint a *Gregarinák* legnagyobb része s némely csillószőrös ázalékállatka. A tulajdonképi alakváltoztatók alakjukat vagy minden irányban változtathatják, mint a csupasz gyökérlábúak, nevezetesen az *Amoebák*, továbbá némely *Euglenák* és *Astasiák* a Flagellátok között; vagy pedig abban áll az alakváltoztatás, hogy a véglény megnyúlt testét hirtelen, mintegy görcsösen összepattanva, képes összehúzni, mint pl. a *Stentor-* és *Vorticellafélék*. PERTY, mint fenn közölt osztályozásából látható, a test alakváltoztató képességének fokozatait, illetőleg hiányát használta fel a csillószőrös ázalékállatkák csoportosításánál, s megkülönböztetett *összepattanó (Spastica)*, *alakváltoztató (Metabolica)* és *állandóalakú (Monima)* csillószőrösöket. Ezen csoportosítás tarthatlanságának kimutatására legyen elég az *Oxytrichaféléknek* bizonyára igen természetes csoportjára emlékeztetnem, melyek között vannak összepattanók (pl. *Uroleptus*, *Stichotricha*), alakváltoztatók (pl. *Oxytricha*) és állandó alakúak (pl. *Stylonychia*).

Az összehúzódás székhelyének kipuhatolására irányított vizsgálatok azon eredményre vezettek, hogy mindazon véglényeknél, melyek elkülönült kéregplasmával bírnak, csupán ez utóbbi, még pedig ennek legfelületesebb része az, mely az összehúzódásukat végezi. Legegyszerűbb esetben ezen összehúzódó réteg egészen szerkezet nélküli üvegszerű, átlátszó, mint pl. az *Amoebáknál*, számos *Gregarinánál*, ostoros és csillószőrös ázalékállatkánál, — ez az a víztiszta sarcode, melyet ECKER *«formálatlan összehúzódó állomány»*-nak nevez; máskor ellenben bizonyos irányban lefutó szalagok vannak benne elkülönülve, melyek élettani tekintetben megegyezni látszanak az izomrostokkal, s melyeket HAECKEL *myophanrostoknak (Scheinmuskeln, Myophane)* nevez.[2]

Legrégebben ismeretesek ezen összehúzódó szalagok bizonyos csillószőrös ázalékállatkánál, melyeknél többnyire pörgén csavarodó halványabb, aprószemecskéjű, szélesebb sávok erősebben fénytörő, szemecskenélküli, keskenyebb sávokkal váltakozva, futnak végig a kéregplasmában; az előbbiek kissé kidomborodnak, mig az utóbbiak barázdákba mélyednek. Nem különben régóta ismeretes az összehúzódó kocsányú *Vorticellafélék* csöves kocsányának tengelyében végig futó ú. n. *kocsányizom*, mely a kocsánynak legerősebb megnyúlása alatt is hossztengelye körül gyengén, hullámzatos lefutásban csavarodott. Ezen kocsányizom halvány, szemecskés kéregrétegtől bevont szalag, mely, mint ENGELMANN[3] és WRZESNIOWSKI[4] kimutatta, a fényt a húselemek (sarcous elements) módjára kettősen töri s majd egészen egynemű, majd finom fibrillákból van összetéve, melyek a *Vorticellák* testének kúpos kocsányvégén, a test belsejébe, tölcsérszerűleg szétbomolva hatolnak be, s EVERTS[5] és ENGELMANN[6] szerint némely *Vorticellafélénél* egész a harang pereméig folytatódnak. Ugyancsak kettős

[1] Untersuch. üb. den Bau und Naturg. der Vorticellen. AN. 36. Jahrg. I. (1870) 383.

[2] Einiges über Infusorien. AMA. (1873) 674.

[1] Zur Lehre vom Bau der contractilen Substanz der niederen Thiere. ZWZ. 236.

[2] Zur Morphologie der Infusorien. 537.

[3] Contractilität und Doppelbrechung. AAP. IX. 444.

[4] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. (1874) XXIX. 293.

[5] Untersuch. über Vorticella nebulifera. ZWZ. (1873) XXIII.

[6] Id. mű.

törésűeknek találta ENGELMANN a *Stentorok* keskeny sávjait is.

EHRENBERG már 1831-ben izmoknak tartotta a *Stentorok* kéregrétegének szélesebb, szemecskés sávjait, melyek szerinte a csillószőrök mozgatására valók, mig a *Vorticellafélék* «haránt csikolt» kocsányizma a kocsány összehuzódásait végezi. SCHMIDT OSZKÁR volt az első, a ki összehasonlító boncztani kézikönyvében [1] arra utalt, hogy az ázalékállatkák összehúzódása mindig a sávok irányában történik, melyek e szerint izmoknak felelnek meg; később pedig tüzetesebben kifejtette, hogy a szélesebb szemecskés sávok azok, melyek az összehúzódásnál működnek.[2] Utána LIEBERKÜHN foglalkozott a *Stentorok* összehúzódó szalagaival s azon SCHMIDT-ével ellenkező eredményre jutott, hogy izomrostoknak a szemecskés szalagok közötti keskeny, fényes sávok felelnek meg.[3]

A véglények összehúzódó elemeinek az izomrostokkal való azonosítására nagy befolyással voltak KÜHNÉ-nek vizsgálatai, [4] melyekben kimutatta, hogy az izomrostoknak önálló irritabilitásuk is van, minélfogva idegek közvetítése nélkül is összehúzódók, s hogy a *Vòrticellák* kocsányizma villamos, hőmérséki s vegyi ingerek iránt jó részt úgy viseli magát, mint az izomrostok. Jó részt, de még sem egészen, mert pl. a *Vorticellák* kocsányizma a leghathatósabb izom-méreg, a nyilméreg (Curara) iránt teljesen érzéketlen. KÜHNÉ-vel egészen ellenkező eredményre jutott MECSNIKOV, arra t. i., hogy a *Vorticellák* kocsányizma mind a villamosság, mind pedig vegyi ingerek s izommérgek iránt egészen máskép viseli magát, mint az izomrostok, s e szerint ő a véglények összehúzódó rostjait nem is tekinti izmoknak, hanem egyszerűen rugós rostoknak.[5]

MECSNIKOV felfogásával egészen megegyező eredményre jutott COHN. Szerinte a véglények összehúzódó elemei nem azonosak a magasabb állatok izomrostjaival, melyek nyugalmi állapotban megnyúlnak, működés alatt pedig megrövidűlnek, hanem ellenkezőleg, nyugalmi állapotban vannak megrövidülve, mit igen meggyőzőleg bizonyít azon COHN-tól felhozott s minden véglénybúvár előtt ismeretes körülmény, hogy az ázalékállatkák legtökéletesebbnek látszó izma, a *Vorticellafélék* kocsányizma, az ázalékállatka elhaltával vagy kocsányáról való leválása után, összepattanva marad. Bizonyos összehúzódó növénysejtek, nevezetesen a Cynareák porodaszálainak sejtjei, egészen ily viszonyt mutatnak; ingerekre rugékony cuticulájok összehúzódik, s ezen összehúzódás a sejt elhaltával is megmarad, mig nyugalomban a sejtek megnyúlnak. E szerint tehát a véglények összehúzódási jelenségei a rugalmasságban találják magyarázatukat s ugyanoly törvények szerint mennek véghez, mint bizonyos növénysejtek összehúzódásai.[1] Ugyancsak rugalmasságra vezette vissza újabb időben ROUGET [2] és SCHAAFFHAUSEN [3] a *Vorticellafélék* kocsányizmának összehúzódását.

Az épen előadott felfogás, melyet saját vizsgálataimra támaszkodva, egészen helyesnek tartok, nem igen talált követőkre, s a búvárok legnagyobb része az ázalékállatkák kéregplasmájának szalagszerű elkülönüléseit, s a *Vorticellafélék* kocsányszalagát ingerekre aktivan összehúzódó izomtermészetű rostoknak tekinti.

Azon fontos pontra nézve azonban, vajjon a szélesebb, szemecskés szalagok, vagy pedig az ezek közötti szemecskétlen fényes sávok tényezői-e az összehúzódásnak, egészen eltérők a vélemények. KÖLLIKER,[4] STEIN,[5] HAECKEL [6] SCHMIDT OSZKÁR-ral a széles szemecskés szalagokat tekintik összehúzódóknak; KÖLLIKER ezeket az elemi izomrostok fibrilláival hasonlítja össze s a *Stentoroknál* harántcsíkoltaknak irja le. E harántcsíkolatok tényleg igen jól kivehetők, de bizonyára nem egyebek egyszerű redőknél, s ép oly kevessé felelnek meg az elemi izomrostok harántcsíkolatainak, mint azon zegzugos rajz, melyet LEYDIG a *Vor-*

[1] Vergleichende Anat. II. Aufl. 1852.

[2] Spongien des Adriatischen Meeres. I. Suppl. 1864. V. ö. Eine Reclamation, die «geformten Sarcode» der Infusorien betreffend. AMA. III. (1867) 393.

[3] Beitr. zur Anat. der Spongien. AAP. (1857) 403. Jegyz. a.

[4] Ueber directe und indirecte Muskelzuckung mittelst chemischer Agentien. Ueber die Muskelzuckungen ohne Betheiligung von Nerven. Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanz. Mindháromért v. ö. AAP. 1859.

[5] Untersuchungen über den Stiel der Vorticellen. AAP. 1863. Továbbá: Nachträgliche Bemerkungen über den Stiel der Vorticellen. U. o. 1864.

[1] Ueber die contractilen Staubfäden der Disteln. ZWZ. XII. (1862)

[2] CR. (1867) 1204. LEUCKART Ber. AN. 34. II. 315.

[3] Sitzungsb. der niederrhein. Gesellsch. zu Bonn (1869) 53–54. LEUCK. Ber. AN. 36. II. 365.

[4] Icones histiologicæ. 14.

[5] II. 27.

[6] Zur Morphologie der Infusorien. 535.

ticellaférek kocsányizmáról adott,[1] s mely WRZESNIOWSKI szerint, nem lehet egyéb, mint azon finom fibrillák kígyózó lefutásának kinyomata, melyekből a kocsány összehúzódó fonala össze van téve.[2] Azon erősen fénytörő szemecskék, melyek ezen állítólag összehúzódó szalagokban egészen szabálytalanúl vannak szétszórva, bizonyára szintén nem felelnek meg a harántcsíkolt izomrostok BOWMAN-féle elemeinek, minőknek STEIN véli. A búvárok másik része ellenben LIEBERKÜHN-hez csatlakozva, a széles szemecskés, halvány szalagokkal váltakozó keskeny, nem szemecskés, kettős törésű sávokat tartja összehúzódóknak, így GREEFF,[3] EVERTS,[4] ENGELMANN,[5] SIMROTH,[6] WRZESNIOWSKI,[7] CLAUS.[8] Én magam szintén ezen felfogás mellett nyilatkoztam,[9] s az ellen, hogy a protoplazmának szemecskés része összehúzódó, érvül említettem fel, hogy az ázalékállatkáknak némely igen erélyesen összehúzódó testrésze, nevezetesen az orrmány, egészen szemecskételen üvegszerű állományú, s csak annyiban térek el az utóbb említett búvároktól, hogy MECSNIKOV, COHN, ROUGET, SCHAAFFHAUSEN-nel az összehúzódás képességét rugalmasságra vélem visszavezetendőnek.

Valamennyi búvártól egészen eltérőleg fogja fel FROMENTEL az ázalékállatkák összehúzódó elemeit.[10] Szerinte a *Stentorok*-nál a széles szemecskés szalagok rejtik magokban az izomelemeket, még pedig azon kis szemölcsszerű kidomborodások, melyek ezen szalagoknak fennebb említett haránt befűződései között vannak, a befűződéseknek megfelelőleg egy-egy parányi izommal állanának összefüggésben, melyeket persze FROMENTEL maga sem látott, s melyek kétségkívül nem egyebek, mint ezen élénk képzelőtehetségű szerzőnek képzeleti szüleményei.

A kéregplasmának összehúzódó elemei nem csupán a csillószőrös ázalékállatkákat jellemzik; előfordulnak ezek, mint STEIN kiemeli,[1] némely zöld *Flagellát*-nál is, nevezetesen az *Euglena viridis*-nél és *Amblyophis*-nél, melyekhez némely *Astasiák* (*Peranema*) csatlakoznak. LEIDY továbbá már 1852-ben említést tett arról, hogy némely *Gregarina* kéregrétegében hosszirányú izomrostok vannak elkülönülve,[2] később LEUCKART, REY LANCASTER és VAN BENEDEN E. irta le a *Gregarinák*-nál összehuzódó sávokat.[3] Az utóbb említett búvár szerint, a Hommarusban élődő *Gregarina giganteá*-nál kétféle sávokat lehet megkülönböztetni: hosszirányúakat, melyek tulajdonképen a cuticula redői, s gyűrűseket; ez utóbbiak a tulajdonképi összehúzódó elemek, melyek parányi, erősen fénytörő ovális testecskékből vannak olvasószerüleg összetéve. Én a Periplaneta orientalisban élődő *Gregarina Blattarum* kéregplasmájában hosszirányú sávokat különböztethettem meg, melyek egészen megegyezni látszanak a csillószőrös ázalékállatkák erősen fénytörő, összehúzódó sávjaival; dr. DADAI JENŐ legnagyobb hazai Myriopodunkból, a Lysiopetalum fœtidissimumból mutatott nekem *Gregarinákat*, melyeknél a csillószőrös ázalékállatkákéval megegyező hosszirányú myophan-rostok szintén igen jól vannak kifejlődve.

Helyváltoztatásra való elkülönülések.
A Gregarinák helyváltoztatása.

A kéregplasma lévén az összehúzódás székhelye, a helyváltoztatást is ez, vagy ideiglenes, vagy állandó nyulványai és függelékei végezik.

Némely véglénynél, nevezetesen a *Gregarinák*-nál, a kéregplasma egészen a férgek bőrizomtömlője módjára működik, s majd szerfelett lomha, majd amoebaszerű, élénk alakváltozásokkal járó fürge helyváltoztatásra vezet; ez utóbbi áll a STEIN-tól a Monocystis nembe foglalt *Gregarinák*-ról. Sőt a *Monocystis tenax* (=Proteustenax Müll., *Distigma tenax Ehrb.*), alakváltoztatásai miatt STEIN szerint,[4] annyira megegyezik az *Amoebák*-kal, hogy MÜLLER O. FR. méltán foglalhatá az előtte egyedül ismert *Amoeba diffluens*-szel (*Proteus diffluens Müll.*) ugyanazon nembe. E mellett

[1] Lehrb. der Histologie. Leipzig. 1857. p. 133.
[2] Beitr. zur Naturg. der Infusorien. Z. f. w. Z. XXIX. (1877.) 292.
[3] Untersuchungen über den Bau und die Naturg. der Vorticellen. AN. 36. Jahrg. 1870.
[4] Everts. id. m.
[5] Id. m.
[6] Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusionsthiere. AMA. XII. 1876.
[7] Id. m.
[8] Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. Marburg, Leipzig. 1874. p. 165.
[9] Term. raj. füz. II. k. 4. F. 1878. p. 223.
[10] Études sur les Microzvaires. Paris. 1874. p. 8.

[1] II. p. 31.
[2] Transct. amer. Phil. soc. at Philadelphia. vol. X. 1852. V. ö. E. van BENEDEN: Recherches sur l'évolut. des Grégar. Bull. de l'Acad. roy des scienc. 39. année. 2 ser. Tom. XXI. Bruxelles. 1871. p. 356.
[3] Van BENEDEN. id. m.
[4] II. S.

azonban a *Gregarinák* helyváltoztatásának mechanizmusa, mint FREY méltán kiemeli, mégis csak részben ismeretes;[1] van ugyanis az előadottan kívül még egy egészen rejtélyes helyváltoztató módjuk, mikor megnyúlt, merev testtel oly módon sikamlanak meglehetős gyorsasággal, mint a Diatomeák. Az ily módon haladó *Gregarinák* körületében világos, színtelen szegélyt lehet megkülönböztetni, mely különösen feltünően kivehető a Müller-féle sárga folyadékba tett *Gregarinák* körül, melyek ezen kitünő indifferens folyadékban több órán, némelyek egész napon át életben maradnak s vígan mozognak. Ha már most a folyadékba festékszemecskéket kevernek, ezek a sikamló *Gregarina* világos szegélyének mentében, a haladás irányával ellenkező, sikamló mozgásba hozatnak, úgy hogy alig lehet azon gondolatot visszautasítani, hogy a *Gregarinák*, mint a Diatomiák, a legerősebb nagyításnál is egyneműnek látszó, protoplazmatalp segélyével végzik sikamló helyváltoztatásukat.

Meg akarom itt jegyezni, hogy ugyanily egészen rejtélyes, még pedig igen gyors sikamló mozgásban láthatók, gyakran az ostorokat visszavont, vagy elvetett *Euglenák* is; nevezetesen a pompás, nagy *Euglena sanguinea*, melynél hiába igyekeztem erős lencsékkel s különböző irányú és fokú világításnál a keskeny, világos szegélynek, szerkezetét kifürkészni, mely a helyváltoztatás ezen módjánál szerepelni látszik. Hogy pedig ezen keskeny, világos szegély az Euglenák testét csakugyan képes mozgásba hozni, ezt a betokozott, gömbölyű Euglenák bizonyítják, melyek kirajzásukat megelőzőleg, tokjuk belsejében egészen úgy, mint bizonyos csillószőrös embriók, a peteburkon belül élénken keringenek.

Állábak.

Ugyancsak a kéregplasma összehúzódó képességére vezethetők vissza az *Amoebák* s számos más elkülönült kéregplasmával biró gyökérlábúak alakváltoztatásai; ezeknél épen úgy, miként a szintelen vérsejtek amoebaszerű mozgásainál, a mozgás székhelyét SCHULTZE M. szerint, a kéregplasma képviseli.[2] A kéregplasma nyomja ki a karély- vagy hullámszerű emelkedéseket, a széles alapú, hegyes nyulványokat, a hengeres, ujjalakú s fonalas, elágazó vagy el nem ágazó állábakat. Számos gyökérlabúaknál ellenben, kiválóan pedig azoknál, melyeknél a kéregplasma a bélplasmától elkülönülve nincsen, az egész protoplazma-test összehuzódó, s ezeknél az állábak gyakran a protoplazma belsejébe mélyen követhetők, mint ezt a *Radiolárok*-nál, nevezetesen az *Acanthometrák*-nál már CLAPARÈDE ismerte.[1] De ugyanez áll GREEFF, HERTWIG és LESSER, valamint más búvárok vizsgálatai szerint, a *Heliozoumok*-ról is, melyeknek állábai, nevezetesen ezeknek gyakran elkülönült, merev tengelye, melyet az *Actinosphaerium Eichhornii*-nél SCHULTZE M. ismert fel először,[2] a protoplazma belsejébe követhetők, s az állábak innét látszanak kisugározni. Ezen állábak azok, melyeken már DUJARDIN is ismerte a szemecskeáramlást, ama meglepő mozgási tüneményt, mely elragadó pompájában különösen a tengeri *Gromiákon* és *Polythalamiumokon* észlelhető, s melynek SCHULTZE M. ép oly eleven, mint hű képét adja a következő szavakban: «A szemecskemozgást a fonál-állományba beágyazott szemecskék sikamlása, folyása végezi. Nagyobb vagy kisebb gyorsasággal húzódnak ezek a fonálban, majd ennek szabad vége felé, majd ellenkező irányban, gyakran még a legvékonyabb fonalakon is mindkét irányban egyszerre. A találkozó szemecskék vagy egyszerűen elvonúlnak egymás mellett, vagy pedig egymás körül mozognak, míg egy kis szünet után mindkettő eredeti irányát folytatja, vagy egyik a másikat magával viszi. Mint a széles úton a sétálók, úgy hemzsegnek a szemecskék össze-vissza a szélesebb fonálon, habár néha meg is akadva és rekedve, de mégis mindig a fonál hosszának megfelelő irányt követve. Gyakran folyásuk közben megállapodnak s azután visszafordúlnak, a legtöbb azonban a fonalak legvégső csúcsáig jut, s csak itt változtatja meg irányát. Egy fonálnak nem minden szemecskéje mozog egyenlő gyorsasággal, úgy hogy gyakran egyik a másikat megelőzi, egy gyorsabb a lassabbat nagyobb sietésre hajtja vagy mozgásában a lassúbbtól megakasztatik. Ahol több fonál egyesül, látni lehet, hogy a szemecskék az egyikről a másikra mint mennek át. Ily helyeken gyakran szélesebb lapok vannak, melyek a fonálállomány erősebb felhalmozódásából jöttek létre, s melyekből azután mint önálló nyulványok, további fonalak fejlődnek, vagy melyekbe más, már meglevők, mintegy

[1] Das einfachste thierische Leben. Eine Skizze. Zürich. (1858.) 11.

[2] Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. (1863) 8.

[1] Berichte d. Berliner Akad. (1855) 674. v. ö. SCHULTZE; Das Protoplasma etc. 30.

[2] Das Protoplasma etc. 30.

beleolvadnak. Számos szemecske nyilván a fonalak legfelszinén halad, melyből világosan kidudorodni látszik. Talán valamennyinek ilyen felületes elhelyezésük van.

Az apró szemecskéken kivül gyakran nagyobb anyagtömegecskéket is, mint egy fonálnak orsóalakú duzzadásait, vagy oldal-kidudorodásait, a szemecskékéhez hasonló mozgásban lehet látni. Még a fonálanyagra tapadt, s általa felvett idegen testek is csatlakoznak ezen mozgáshoz.»[1]

A gyökérlábúak állábain észlelhető szemecske-áramlás, melynek létét Dujardin óta oly illetékes búvárok, minő Müller János, Claparède, Huxley, Schultze M., Haeckel egyaránt megerősitették, heves ellenzőre akadt Müller János tanszéki utódának, Reichert Bogumil-nak személyében, ki 1862 óta részint a berlini akadémia közleményeiben, részint a maga és Du Bois-Reymond szerkesztette folyóiratban közzétett több értekezésében bebizonyítani igyekezett, hogy szemecskeáramlás voltaképen nincs, s hogy ezen egész tünemény egy sajátságos csaló kép helytelen magyarázására vezetendő vissza. — Reichert szerint különben az egész protoplazmaelmélet a «láthatatlanúl organizált sejtbelség hypothesise» nem egyéb, mint a természetbölcselők ősnyálkájának újra való felélesztése, mely hosszasan, «lidércznyomásként» nehezedett a tudományra. Ezen «lidérczet» azonban elriasztani ép oly kevéssé sikerülhetett Reichert-nek, miként nem sikerült a szemecske-áramlás nemlétét kimutatnia. A gyökérlábúak állábai Reichert szerint tömött, összehúzódó fonalak, melyeken összehúzódó hullámok kis hurkokat emelhetnek, s ezek szemecskék képében ugrálnak végig a fonalakon; elágazódások és összeolvadások az állábakon soha sem jönek létre, a képzelt elágzódások s összeolvadások pedig «csodálatos mikroszkópi csalóképek, melyek a vizsgálók fantáziáját gyönyörködtették.» Reichert-nek ezen, egyetlen Polythalamiumnak futólagos vizsgálására alapitott felfogását, beható és pontos vizsgálatokra támaszkodva, utasította vissza Schultze M.[2] és Haeckel.[3] — Felfogásának teljes tarthatatlanságát később Reichert maga is belátta, annak nyilt és őszinte visszavonása helyett azonban két hosszú értekezésben,[1] csűrés-csavarással igyekezett felfogásának a többi búvárokéval megegyező értelmezést adni, s úgy tüntetni fel a dolgot, mintha a gyökérlábúak állábairól ő adta volna az első tiszta képet, mi miatt méltán megtámadhatták Schultze M.,[2] különösen pedig Haeckel[3] hevesen, s fanyar kiméletlenséggel.

[1] Das Protoplasma etc. 11.

[2] U. o.

[3] Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden ZWZ. XV. (1865)

Ostorok és csillószőrök.

A helyváltoztatásra való állandó függelékek a *Noctilucák* és *Flagellátok* egy vagy több *ostora*, a *Cilioflagellátok* és *Ciliatok csillószőrei*, kétségkivül szintén az összehuzódó protoplazma elkülönüléseinek tekintendők. Már Roth,[4] újabban pedig Engelmann[5] kiemelte a csillószőrös és amoebaszerü mozgás közötti közel rokonságot, s kimutatta, hogy a csillószőrös mozgás élettani tekintetben közelebb áll az amoebaszerű, mint az izommozgáshoz. Azon finom, láthatatlan izmocskák, melyek Ehrenberg szerint a csillószőröket s az orrmányt, azaz ostort mozgatják, bizonyára nincsenek; de egyszerű cuticularis függelékek sem lehetnek ezen önálló, a véglény akaratától függő, mozgásra alkalmas képletek, minőknek Stein, monográfiájának első részében tartotta,[6] hanem, mint felfogását önmaga rektifikálta,[7] az összehuzódó kéregplasmával kell okvetetlen összefüggésben állniok.

Haeckel fektetett először súlyt arra, hogy számos alsóbb véglénynél a csillószőrökkel, illetőleg ostorral végzett mozgás amoebaszerű mozgással váltakozhatik, pl. számos, általa észlelt *Moner*-nél, továbbá a *Myxomycetek* rajzóinál, melyekhez még számos gyökérlábút, pl. a Claparède- és Lachmann-tól leirt *Petalopus diffluenst* s a Cienkowski-től leirt *Ciliophris infusionumot* számithatjuk; ugyanez áll a szivacsok ostoros sejtjeiről is, melyek, miként már James-Clark is leirta, ostorukat behúzva amoebaszerű nyulványokat bocsáthatnak. Mindezen esetekben finom

[1] Monatsb. der Berliner Akad. 1865. és Abh. d. Berliner Akad. 1867.

[2] Több már idézett értekezésén kivül v. ö. Reichert und die Gromien. AMA. II. (1866).

[3] Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden ZWZ. XV. 1865. Továbbá: Studien über Moneren. Bemerkungen zur Protoplasma-Theorie.

[4] Ueber einige Beziehungen des Flimmerepithels zum contractilen Protoplasma. Virchow's Archiv. 37. B.

[5] Ueber die Flimmerbewegung. Jen. IV. (1868).

[6] I. 68.

[7] II. 37.

fonalas állábaktól semmiben sem különböző protoplazma-nyulványok képezik az ostort. HAECKEL továbbá egy Siphonophor barázdolódási gömbjein a csillószőrök fejlődését következő módon adja elő: «Azon sejtek, melyek az egynemű, buroknélküli barázdolódási sejtek csoportjának felületén vannak, elkezdenek az *Amoebák* módjára nagyszámú, alakváltoztató nyulványokat kinyujtani. A csupasz amoebaszerű sejteknek lassan mozgó nyulványai azután egyenesen örvényző csillószőrökké változnak.» Ezen észleletekre támaszkodva, bizonyára jogosan mondhatja HAECKEL, hogy a csillószőrös mozgás azonos az amoebaszerű protoplazma-mozgással, s hogy az állábak és csillószőrök homolog képződmények.[1]

Azon csillószőrös ázalékállatkáknál, melyek cuticuval vannak borítva, s melyeknél a csillószőrök a cuticula közvetetlen nyulványainak látszanak, HAECKEL felteszi, hogy a csillószőrök a cuticulát átfúrják, s a szerint egészen az összehuzódó kéregplasmához tartoznak.[2] Ezen felfogás bizonyára nem felel meg a valónak, és SIMROTH méltán emeli ki,[3] hogy az erősebb csillószőrök nagy fénye, kémlelő szerek iránti nagy ellentállása, továbbá a vastagabb sertéknek s horgoknak szálacskás szétfoszlásra való hajlama a mellett szól, hogy nem protoplazmából, hanem cuticularis állományból állanak, miről különösen az *Oxytricha-*, *Euplotes-* és *Aspidiscafélék* hatalmas hasoldali sertéinek és horgainak pontosabb tanulmányozása útján könnyen meg lehet győződni. SIMROTH a Cyclasok kopoltyúin előforduló egyetlen vastag sertét viselő, apró epithel-sejteknek pontos tanúlmányozásából indúlva ki, mely azon eredményre vezette, hogy ezen sejteknek rugalmas cuticularis állományú sertéje, a sejt protoplazmájából kiinduló plasmafonalat rejt tengelyében, azon következtetést vonja, hogy az ázalékállatkák csillószőrei, habár legnagyobb részök cuticularis képződmény is, szintén közvetetlen összefüggésben állanak az összehuzódó kéregplasmának fonalas nyulványával, melynek molekuláris ákcziói ugyan ismeretlenek, de bizonyára ezeknek tulajdonítandó a rugalmas szőröknek rezgésbe hozása. Különben az ázalékállatkák csillószőreit CARTER már 1856-ban a protoplazmából kiinduló oly nyulványoknak tekintette, melyeket a felemelt cuticularis réteg mintegy hüvely módjára borít.[1]

Az ázalékállatkák csillószőrei közötti alaki különbségeket már a régibb búvárok is figyelemre méltatták. EHRENBERG négyféle csillószőrt különböztetett meg: ú. m. *finom, tulajdonképi csillószőröket* (*Wimpern, ciliae*), *sertéket* (*Borsten, setae*), *nyeleket* (*Griffel, styli*) és *horgokat* (*Hacken, uncini*); az *Anenteruma*i-nak egy részénél előforduló egy vagy több *ostort* EHRENBERG *orrmány*-nak (*Rüssel, proboscis*) tartotta. Ezekhez sorolhatjuk még a hosszú, finom csillószőrök pamatából pödört bojtokat, minő pl. a csillószőrösek között az *Urocentrum Turbó*-nál, az ostorosak között pedig a *Lophomonasok*-nál fordúlnak elő s melyekkel HERTWIG leirása szerint némely *Radiolár*-nak (Discidae, Sponguridae) ú. n. *sarcode-ostorai* (*sarcode-Geissel*) szerkezetre nézve igen közelállóknak látszanak. Egészen sajátságos szerkezetűnek irja le STERKI[2] az *Oxytrichafélék szájmelletti* (*adoral*) *sertéit*; ezek ugyanis a nevezett búvár pontos vizsgálatai szerint, voltaképen nem serték, hanem *lemezkék* (*Membranellen*), melyek csupán élükről tekintve, látszanak sertéknek, s némileg a Ctenophorok délkörös sujtásait képező *csillólemezekkel* (*Flimmerplatten*) egyeznek meg. Ugyancsak STERKI vizsgálatai szerint[3] egy új édesvízi *Tintinnus*-fajnak, a *Tintinnus semiciliatus*-nak szájmelletti sertéi szintén nem serték, hanem szabad végökön legyezőszerüleg behasogatott *lapos hártyák* (*flache Membranen*), talán helyesebben lemezek, melyek oldalról tekintve szintén sertéknek látszanak. Én saját vizsgálataim után pontosan ismerem a *Tintinnus semilineatus*-szal igen közel rokon *Tintinnus fluviatilis* szájmelletti sertéinek szerkezetét s úgy találom, hogy ezek csakugyan nem egészen hengeresek, hanem két oldalról összelapítottak, s szabad végük felé, mint a kócsagtoll, finom fonalakra bomlottak.

A csillószőrök mellé sorolandók még azon különböző nagyságú *hullámzó hártyák* is, melyek számos csillószőrös ázalékállatkánál a száj mellett vannak kifeszítve s szemlátomást arra valók, hogy a csillószőrök játékától a száj felé örvényező táplálékot, melyet a pörge irányban sebesen keringő örvény a szájtól könnyen tovasodorna, feltartóztassák s

[1] Studien über Moneren. II. Die Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Protoplasma-Bewegung. 127.

[2] Zur Morphologie der Infusorien. 534.

[3] Zur Kenntniss des Bewegungsapparates des Infusorien. p. 67.

[1] Annals of natural History. (1856) 116. v. ö. STEIN. II. 32.

[2] Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. 31. (1878).

[3] Tintinnus semiciliatus. Eine neue Infusorienart. ZWZ. 32. (1879).

megrázkódásukkal a kitátott szájba tereljék, s továbbá, hogy az örvénybe jutott, de elnyelésre nem alkalmas testeket a szájhoz vezető örvényből kihajítsák. Azon hullámzó hártyák, melyek, mint pl. az *Oxytrichafélékéi*, keskeny szalagokat képeznek, egészen azon hullámzó tarajra emlékeztetnek, mely a Tritonok s a Bombinator ondótestecskéinek farkán húzódik végig, míg mások teljesen kitárva, széles vitorlaszerű hártyáknak látszanak; így pl. a *Pleuronema*-nemnél, vagy a *Cyclidium Glaucomá*-nál. Mivel ezen hártyák rendkívül finomak, s fénytörésük a vízétől alig különbözik, egész terjedelmökben igen nehezen vehetők ki, s felületes vizsgálásnál csupán szegélyük átmetszete s egyes redőik vonják magukra a figyelmet, minek következtében könnyen serteknek tarthatók, s számos búvár azoknak is tartotta. Igy pl. a *Pleuronema Chrysalis*-nak rendesen harántirányú redőkbe szedett, széles, vitorlaszerű hullámzó hártyáját régibb búvárok általában sertepamatnak tartották, s csak a legújabb időben mutatta ki Bütschli, hogy a *Vorticellafélék* kitátott szájából (vestibulumából) kiálló sertének látszó képlet, az ú. n. *peczkelő serte* (*Schleuderborste, grosse Borste, Geissel*) voltaképen egy finoman, harántirányban sávolyozott hártyának a szegélye.[1] — E felfogás helyességéről magam is meggyőződtem, s ugyanazt újabban Gruber is megerősítette, bár, úgy látszik, Bütschli-nek e tárgyra vonatkozó megjegyzését nem ismervén, magának tulajdonítja a *Vorticella*- és *Ophrydium*-félék hullámzó hártyájának felfedezését.[2]

Stein a szóban forgó hullámzó hártyákat a csillószőrök mellett említi fel,[3] a nélkül, hogy a látszólag annyira különböző képletek egymás mellé sorolását megokolná. Vizsgálataim szerint ezen összetartozás teljesen megokolt, mert a hullámzó hártyák tényleg nem egyebek, mint egy vonalban egymás mellé sorakozott igen fínom csillószőrök, melyek úgy mint pl. a tollvitorla lemezkéi, egymással összefüggenek. A *Vorticellafélék* hullámzó hártyájának fínom sávolyzatáról már Bütschli is megemlékezik, s kellő nagyítás- és világításnál ezen sávolyzat a legtöbb ily hártyán kivehető, elpárolgó cseppben pedig a tömörülő sók behatására ezen fínom csillószőrök szétfoszlanak s egyenkint hullámoznak, mely körülményből könnyen magyarázható, hogy miért lát az egyik búvár hullámzó hártyát ott, a hol egy másik egy vonalban elhelyezett fínom csillószőrökről tesz említést. Így pl. Gruber az általa leírt *Stichotricha socialis*-nál, mely úgy látszik csupán faalakú telepeket képező csövel tér el a *Stichotricha secundá*-tól, a száj mellett fínom csillószőrökből álló vonalat különböztet meg,[1] mely bizonyára nem egyéb, mint azon fínom hullámzó szalag, mely nyilván a vizsgálat alatt bomlott szét alkotó elemeire, a fínom csillószőrökre. A kocsányokról leválló *Vorticellafélék* továbbá, igen meggyőző példát szolgáltatnak annak a bizonyítására, hogy a hullámzó hártyák a csillószőrökkel teljesen megegyező képződmények; ezeknél ugyanis a test hátsó részén fejlődő csillószőröv kezdetben összefüggő fínom hullámzó hártyát képez, mely csak később bomlik szét csillószőrökre; s Siebold nem minden jogosultság nélkül állíthatta, hogy a *Trichodinák* hátsó csillószőröve tulajdonképen fínom hullámzó hártyának felel meg,[2] mert itt az övet alkotó csillószőrök, mint a tollvitorla lemezei, csakugyan összefüggnek s az egész öv szalagként hullámzik. Sterki vizsgálatai szerint a *Vorticellafélék* szájperemét szegélyező, pörgén csavarodott csillószőrkoszorú fejlődésének korábbi szakában, szintén összefüggő hártyát képez, mely csak másodlagosan bomlik szét egyes csillószőrökre.[3] Végre az általam leírt sósvizi *Sparotricha vexilifernek*[4] szájmelletti lemeze szintén igen szép példa arra, hogy a hullámzó hártyák csillószőrök sorából alakultak. — A hullámzó hártyák bizonyos tekintetben tehát a sertékkel hasonlíthatók össze, melyek, mint ecsetszerű szétpamatolódásra való hajlamuk bizonyítja, voltaképen számos csillószőrpamatából állanak, azaz szorosan összetapadt csillószőröktől képezett pamatok, hasonlók a fennebb említett csillószőr-bojtokhoz, csakhogy ezeknél az egyes csillószőrök közötti összefüggés egészen laza, a hullámzó hártyák pedig nem pamatban, hanem sorban, vonalban elhelyezett s összetapadt fínom csillószőröknek felelnek meg.

A mozgatható csillószőrökön s ezekkel rokon képleteken kívül némely csillószőrös ázalékállatkánál még sajátságos igen fínom serteszerű képletek ismeretesek, melyek a csillószőröknél többnyire jóval hosszabbak,

[1] Ueber den Dendrocometes paradoxus, Stein, etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 67. a 21. ábr. magy. szövege.
[2] Neue Infusorien. ZWZ. XXXIII. (1879.) 460.
[3] I. 73.

[1] Id. m. 446.
[2] Ueber undulirende Membranen. ZWZ. II. (1850) 361.
[3] Tintinnus semiciliatus. 462.
[4] Természetrajz. füz. II. 239.

nem örvényeznek, hanem mereven elállanak s úgy látszik, hogy az ázalékállatka akaratától függőleg nyomhatók ki a kéregplasmából, melyben azonban előképezve nincsenek. Ezen kitolható sertéket nem ENGELMANN írta le először a *Drepanostoma striatum*-*nál* (= *Loxodes Rostrum. Ehrb.*), miként GRUBER véli legújabban megjelelent értekezésében,[1] hanem LACHMANN fedezte fel a *Stentoroknál* s CLAPARÈDE-del *merev sertéknek* (*svies roides*) nevezi;[2] ugyanezeknek jelenlétét megerősítette STEIN a *Stentor coeruleus*-*nál* és *St. Roeseliinél*,[3] mely utóbbinál STEIN határozottan kiemeli, hogy egymásután több ily *tapogatósertét* (*Tastborsten*) látott a kéregplasmából kilövelődni. Ugyanily sertéket fedezett fel, mint említők ENGELMANN a *Loxodes Rostrummal* bizonyára azonos *Drepanostoma striatum*[4] testének egész körületében, s hasonlókat írtak le CLAPARÈDE és LACHMANN, STEIN, valamint WRZESNIOWSKI a *Stichotricha* s az ezzel összetartozó *Stichochaeta*-nemnél, melyek itt az orrmányból indulnak ki. Leghosszabbak ezen serték a *Halteria*-nemnél, melynél æquatorialis övet képeznek s arra szolgálnak, hogy az ázalékállatkát tova peczkeljék, miért is CLAPARÈDE és LACHMANN, kik e sertéket először ismerték fel, *szökősertéknek* (*svies saltatrices*) nevezik;[5] a *Halteria* heves ugrándozásait ugyanis oly módon végezi, hogy sertéit valamely tárgyhoz feszíti, azután pedig hirtelen egyet taszítva, magát tovapeczkeli, mi hogy mechanikailag miért volna lehetetlen, mint STERKI állítja,[6] alig érthető. Végre azon hosszú sorokban álló, finom, aktiv mozgásra nem alkalmas serték, melyeket az épen nevezett búvár az *Oxytrichafélék* hátoldalán fedezett fel,[7] valószínűleg szintén az épen tárgyalt serték s nem az önálló örvényezésre alkalmas csillószőrök kategoriájába tartoznak.

Semmi kétség nem fér ahhoz, hogy a véglények ostorai és csillószőrei a szövetekből összetett állatok hámsejtjeinek megfelelő elkülönüléseivel egészen homologok, működésüket tekintve azonban annyiban eltérnek a szöveti sejtek ostoraitól és csillószőreitől, hogy ezek az állat tudatán kívül s akaratától egészen független gépiességgel végezik lengéseiket, melyeket még az állat halálán túl is, vagy az állati test többi részével való összefüggés megszakítása után is mindaddig folytatnak, míg a sejt maga szét nem bomlik, el nem hal. A véglényeknek ellenben ostoraik és csillószőreik (nem különben állábaik és tapogatóik) működése egészen hatalmukban áll, — s ha szabad e kifejezést használni, — akaratuktól függ. A véglények mintegy öntudatosan s az adott viszonyoknak megfelelő czélszerűséggel indítják s szüntetik meg csillószőreiknek működését; majd valamennyit működtetik, majd pihentetik; majd ismét csupán egyes csillószőreik, vagy ezeknek egyes csoportjai működnek, vagy ezeknek működése az elérendő czélhoz képest módosúl, pl. gyorsabbodik vagy lassúbbodik, vagy hirtelen ellenkezőre változik, úgy, hogy ugyanazon csillószőrök, melyek pl. az ázalékállatka testét mell felé mozgatták, működésüknek ellenkezőre fordultával azt hátrafelé mozgatják. Egy szóval a véglények egészen úgy használják mozgatható függelékeiket, mint az állatok végtagjaikat. Könnyen belátható azonban, hogy a szöveti sejtek és véglények mozgatható függelékeinek működése közötti különbség csak látszólagos; a szöveti sejtek csillószőreinek működése nem áll ugyan az egész szervezetet kormányozó idegrendszernek közvetetlen befolyása alatt, s az állat öntudatától s akaratától függetlenül megy véghez, mindemellett azonban föl lehet, sőt föl kell tennünk, hogy a csillószőrök mozgásának oka nem a csillószőrökben magukban, hanem a protoplazmában van; a protoplazmában ébrednek azon ingerek, melyek a csillószőrök gépies mozgását igazgatják. A csillószőrös mozgás tehát, habár közvetetlenül független is az egész állat idegrendszerétől, de bizonyára még sem egészen független, nevezetesen nem független a protoplazmától, mely idegrendszer módjára befoly reá, mit minden kétség fölé emel azon tényállás, hogy a protoplazmára ható külső fizikai és chemiai ingerek a csillószőrök mozgását lényegében szintúgy képesek módosítani, mint az idegrendszerre ható ingerek a beidegzett szervek működését. Ha helyes ezen felfogás, úgy a szöveti sejtek s a véglények mozgatható függelékeinek működése között lényegesnek látszó különbséget csak fokozatosnak tarthatjuk, s hogy a véglények ostorai és csillószőrei többirányú működésre alkalmasak s kevésbbé viselik működésükön a gépiesség bélyegét. Szükségképi összefüggésben áll azzal, hogy az elemi szervezetnek összes egyén-életi működéseit nagyobb önállóság s

[1] Id. m. 448.
[2] Études. I. 223.
[3] II. 240 és 251.
[4] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 382.
[5] Études. II. 268.
[6] Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878). 45.
[7] Id. m. 49.

magasabb fejlettség jellemzi azon esetben, midőn a sejt maga egy külön élő szervezet, mint midőn nagyszámú egyénből álló sejtállamnak képezi tagját.

Azon fizikai és vegyi ingereket, melyek a protoplazmára hatván, a csillószőrök működésére lényegesen befolynak, igen pontosan tanulmányozta újabb időben Rossbach.[1]

Mellőzve a Kühne és mások végezte hasonló czélú korábbi vizsgálatokat, érdekesnek találom e helyen Rossbach fontos vizsgálatainak végeredményeit, a nevezett búvárnak lehetőleg saját szavaival, visszaadni, megjegyezvén, hogy a terjedelmes vizsgálatok az *Euplotes Charonon, Stylonychia pustulatán és Chilodon Cucullaluson* végeztettek.

Legérdekesebb, részben igen meglepő eredményeket a hőmérséki ingerek szolgáltattak, melyeket Rosbach a következő pontokban foglal össze.[2]

1. Minél mélyebben sülyed a hőmérsék 14° C. alá, annál nagyobb lomhaság áll be az akaratlagos mozgásokban. 4°-nál többnyire mozdulatlanúl állanak az ázalékállatkák, legfeljebb csak még itt-ott egyes kisebb exkurziókat tesznek.

2. Nyáron át 15—25° hőmérséknél foly az ázalékállatkák rendes élete. Emelkedő hőmérséknél gyorsabbodnak a mozgások, azonban csak 25°-nál kezdenek az ázalékállatkák mint egy varázscsapásra, parancs-szóra nyílsebességgel ide-oda száguldozni.

3. 30—35° között a már különben is sebes mozgások még egyre gyorsabbodnak, a mozgások maguk azonban előbbi jellemöket egészen elveszitik és sajátságos zavarodást árulnak el. Az ázalékállatkák nevezetesen elveszitik kormányzó képességüket, hossztengelyük körül sebesen s szakadatlanúl forogva, többnyire nagy íveltvonalakban száguldoznak.Csillószőrök, horgok és serték egyaránt egyenlő gyorsaságú, ritmikusan ostorozó mozgásokat végeznek s az általános testmozgást többé nem az akaratosan részint mozdulatlanúl álló, részint mozgatott csillószőrök irányozzák, hanem, minthogy valamennyi helyváltoztató szerv ugyanazon mozgást végezi, kizárólag csupán a csillogó nyúlványoknak anatomiai elhelyezése. Az ázalékállatka hossztengelye körül forgó nyílként repül, folytonosan a hossztengely irányában. Ezen haladó forgó mozgások oly gyorsak, hogy az ázalékállatka többé nem lapszerűen, hanem stereoszkop módjára látszik s bizonyos merevségnek a behatását teszi.

Ha a hőmérsék még tovább emelkedik s a 40°-ot megközelíti, a haladó mozgás egyre lassabbodni kezd, végre egészen megszűnik, míg a rotáczio változatlan gyorsasággal fotytatódik. Ezen rotáczió azonban többnyire más tengely irányában megy véghez, mint előbb, midőn még haladó mozgással volt összekötve; a *Stylonychiánál* pl. a forgómozgásnak tengelye mellülről s balról, hátra és jobbra húzódik. E közben a mozgás olyanszerűnek látszik, mintha a *Stylonychia* mellső testvége irányában oldalvást egyre bukfenczeket hányna. Máskor az ázalékállatka vízszintes síkban gyorsan forgó kerék módjára kering. Ezen jellemző mozgások magas hőmérsék mellett kivétel nélkül fellépnek az ázalékállatkáknál.

4. A rotácziók az ázalékállatkának 38—42° között bekövetkezett halálával megszünnek; úgynevezett hőtetanus, hőokozta megmerevedés, minőt Kühne az *Amoebánál* s *Actinophrysnél,* Engelmann pedig a csillószőrös hámsejteken észlelt, nem lép fel az ázalékállatkáknál.

Egyéb ágensek közül az *oxigén elvonása* lassítja a csillószőrök mozgását, az ázalékállatka teste lassankint felduzzad, végre szétfoly.

A folyadéknak *indifferens anyagokkal* való tömörítése vízet elvonólag hat, lassítja az anyagforgalmat s ezzel együtt a csillószőrök mozgását.

Savak legkisebb adagokban kezdetben gyorsítják, majd lassítják a csillószőrök mozgását, nagyobb adagok gyorsan összezsugorítják a protoplazmát, s a véglényt megölik.

Alkaliákra gyorsan felduzzad s szétfoly a protoplazma, minek következtében legkisebb adagjai is megszüntetik a csillószőrös mozgást.

Alkohol kisebb adagokban előbb gyorsítja a csillószőrös mozgást, erre rotácziók következnek be, majd lassabbodni kezd a csillószőrök mozgása, végre megszünik s a véglény felduzzadva elhal.

Alkaloidok kisebb adagai rotácziókat okoznak, majd lassúbbá lesz a csillószőrös mozgás, végül az egész test szétfoly.

A villamosság erősebb áramaira gyorsan szétfoly a protoplazma; közepes erejű áramai tetanizálják a csillószőröket, gyenge áramai kezdetben gyorsítják a csillószőrök mozgását, majd rotácziók állanak be a mozgás lomhább lesz, a protoplazma kezd felduzzadni végre szétfoly.[1]

[1] Die rhytmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Arzneimittel. Arbeiten aus dem zoologisch-zoomotischen Institut in Würzburg. I. H. 1872.

[2] Id. m. 31.

[1] Id. m. 57—59.

Az ázalékállatkák csillószőrözetére, azaz ezeknek alakjára, nagyságára s elrendezésére stb. vonatkozó különbségek, melyek az egyes alakok megkülönböztetésénél oly fontos bélyegeket képeznek, a régibb búvároknak sem kerülték ugyan ki figyelmét: mindezen viszonyoknak sok nehézséggel járó pontosabb, habár tökéletesnek még mai nap sem mondható ismerete azonban az újabb búvároknak, kiválólag STEIN-nek köszönhető, ki tudvalevőleg épen a csillószőrözet különbségeire alapította a csillószőrös ázalékállatkáknak négy rendre: *Holotricha, Heterotricha, Hypotricha* és *Peritricha*, való felosztását,[1] mely csaknem általánosan elfogadtatott s követésre talált.

A holotricheknél, azaz: *egészen csillószőrözött* ázalékállatkáknál az egész test felülete egyenlő finom, rövid csillószőrökkel borított, melyek hosszirányú, vagy kissé pörgén csavarodott sávokban helyezvék el s legfeljebb a száj körül lehetnek valamivel hosszabbak, szájmelletti serteivet azonban nem képeznek. Ide sorolja STEIN a következő családokat:

4. *Opalinina*,* 2. *Trachelina*, 3. *Enchelina*, 4. *Paramecina*, [a) *Leucophryina*, b) *Paramecina, s. str.*]. 5. *Cinetochilina*.

A *heterotrichek*, azaz *különböző csillószőrözetűek*; az előbbiekkel megegyeznek abban, hogy testük szintén egész felületén finom rövid csillószőrökkel borított, melyek hasonlóképen rendesen hosszirányú sorokat képeznek. Ezeken kívül azonban egy ívet, vagy pörgén csavarodott koszorút képező erősebb csillószőrök, azaz serték, az úgynevezett *szájmelletti serték* (*adorale Wimpern*) vannak még jelen, melyek a *szájperemet* (*Peristom*) szegélyezik s együtt véve a *szájmelletti serteövet* (*adorale Wimperzone*) képezik. Ide tartoznak a következő családok:

1. *Bursarina*, 2. *Stentoria*, 3. *Spirostomea*.

A *hypotricheknél*, azaz *alúl csillószőrözetteknél*, a hát- és hasoldal között éles különbség van s csupán az utóbbi visel vagy a holotrichekéhez hasonló finom csillószőröket, vagy pedig bizonyos szabályos vonalakban és csoportokban elhelyezett sertéket, horgokat, nyeleket; ez utóbbiakat még a heterotrichekével megegyező *szájmelletti serteöv* (helyesebben STERKI szerint lemezkeöv) is jellemzi. Ezen rend családai a következők:

1. *Peritromina*, 2. *Chlamydodonta*, 3. *Erviliina*, 4. *Aspidiscina*, 5. *Euplotina*, 6. *Oxytrichina*.

A *peritrichek*, azaz *körülcsillószőrözöttek*, hengeres vagy orsóalakú teste mindig csak részben csillószőrözött. A többnyire hosszú, nem ritkán serteszerű csillószőrök részint a test hossztengelyét derékszög alatt szelő zárt gyűrűt, részint a szájperemet szegélyező pörgén csavarodott övet képeznek, melyekhez néha még egyes szétszórt csillószőrök, vagy csillószőrpamatok járulnak. Ezen rendbe, melyet STEIN a legmagasabbnak tart, a következő családokat számítja:

1. *Halterina*, 2. *Tintinnodea*, 3. *Cyclodinea*, 4. *Gyrocorda*, 5. *Urceolarina*, 6. *Vorticellina*, 7. *Ophrydina*, 8. *Spyrochonina*, 9. *Ophryoscalecina*.

A csillószőrözet rendszertani jelentőségét s hasznavehetőségét különben már DUJARDIN is felismerte, mint az fennebb közölt rendszeréből kitűnik; CLAPARÈDE és LACHMANN pedig a csillószőrös ázalékállatkáknak általok felállított 10 családjánál a csillószőrözetre szintén nagy súlyt fektetnek.

Az Acinetafélék tapogatói.

Míg az állábakban, ostorokban s csillószőrökben, bármennyire különbözzenek is egymástól, homolog képződményeket lehet felismernünk: addig a szívóázalékállatkáknak, vagy tágabb értelemben vett *Acinetaféléknek* (ide értve a szájjal ellátott csillószőrösek ún. Acinetaszerű embrióit is) *tapogatói*, vagy *szívófonalai, szívólábai* (*Tentakeln, Arme, Fühlborsten, Saugfäden, Saugfüsse, Suçoirs sétiformes*) a fonalas állábak, ostorok és csillószőröktől több tekintetben olyan lényegesen eltérnek, hogy alig tarthatók ezekkel homolog képződményeknek. STEIN ugyan úgy fogja fel, hogy ezen kinyújtható s visszahúzható fonalak legközelebb állanak a gyökérlábúak, nevezetesen az *Actinophrysek* állábaihoz.[1] HAECKEL szerint szintén nem egyebek, mint «a protoplazmából kiinduló merev állábak, melyeknek nincs nagyobb morfologiai értékök, mint más sejtek hasonló (?) nyulványainak;»[2] ugyanily véleményben vannak KÖLLIKER, CARUS, CLAUS, valamint GEGENBAUR is. Az utóbbi szerint a tapogatók s csillószőrök különböző, de egymásba átmenő képződményeknek tekinthetők, s az előbbiek a fejlettség alacsonyabb fokán álló állábszerű nyúlványok.[3]

[1] I. 72 és II. 168.

* Újabb időben, mint már fennebb kiemeltem, STEIN az *Opalinafélék* természetes helyét az *Acinetafélék* mellett jelöli ki.

[1] I. 74

[2] Zur Morphologie der Infusorien. 524.

[3] Grundzüge der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. (1870) 93.

A tapogatók finomabb szerkezetének figyelembe vétele s kellő méltatása azonban a homologiát jó részt kizárja s inkább CLAPARÈDE és LACHMANN azon felfogásának kedvez, hogy az *Acinetafélék* tapogatói a gyökérlábúak állábaitól igen lényegesen különböző, egészen sajátságos szervek,[1] mely felfogáshoz újabb időben HERTWIG R.[2] és FRAIPONT[3] s több más búvár ismét visszatér.

Az állábak s csillószőrök tömött nyulványok, az *Acinetafélék* tapogatói ellenben csöves fonalak, melyeknek finom tengelycsatornáján, miként ezt, mint fennebb már kiemeltem, LACHMANN először kimutatta s utána minden többi észlelő megerősitette, a megragadott zsákmánynak plasmája az *Acineta* belsejébe áramlik. Ezen csatorna a tapogató szabad végén többnyire előforduló gömb- vagy korongalakú szivótálacskán nyílik, s ezt nyílást ZENKER igen világosan megkülönböztette a Cyclopsokon élődő *Acineta Ferrum equinumnak* aránylag igen vastag tapagatóin;[4] ezen nyilás CLAPARÈDE és LACHMANN szerint, a tengeri *Podophrya Troldnál* valóságos szájjá tágulhat, melylyel ezen *Acinetaféle* aránylag tekintélyes nagyságú ázalékállatkákat képes elnyelni. Ugyanezt tapasztaltam én egy sósvízi *Acinetánál*.[5] A tapogatókat finom, szerkezetnélküli, szerfelett nyulékony burok vonja be, mely STEIN és HERTWIG szerint nem képezi folytatását a test általanos burkának, pánczélának, hanem ez utóbbi a tapogatók átbocsátására finom nyilásokkal van ellátva. Ezen burkot tengelycsatornát hagyó, szintelen üvegszerű plasmaréteg bélleli, melyet összehúzódó képessége miatt bizonyára méltán tart HERTWIG a myophan-rostok állományával megegyezőnek. Azt azonban, hogy a tapogatók üvegszerű szerkezet nélküli állománya hosszirányú s gyűrűs izomrostokból lenne összetéve, mint ZENKER állítja,[6] észleleti adatokkal egyáltalában nem lehet támogatni. Annyi áll, hogy a tapogatók, különösen akkor, midőn zsákmányt lesnek, s valamely ázalékállatka jut közelökbe, nagy gyorsasággal, gyakran valóban bámulatos hosszaságra képesek megnyúlni, nem különben képesek gyors megrövidülésre is, miközben mint a *Vorticellafélék* kocsánya, dugóhúzóalakúan pörgén csavarodnak; a megnyúlást létrehozó külön gyűrűs s a megrövidülésnél szereplő hosszirányú rostokat azonban ép oly hiában keresnénk, mint gyűrűs rostokat a *Vorticellák* kocsányában; sokkal valószinűbb, hogy a ZENKER-től igen bonyolódottnak képzelt izomrendszer munkáját csak részben végezi a tapogató öszszehúzódó kéreg rétege, t. i. az összehúzódást, épen úgy, mint a myophan-rostok, míg a tapogatók megnyúlását magának az *Acineta* testének összehúzódása hozza létre, mitől a tapogatók mintegy kiszoríttatnak. Ha azután a test összefűződésétől okozott feszülés megszűnik, az összehúzódó tapogatók vagy lassankint húzódnak össze s rövidülnek meg, vagy pedig, ha a feszülés hirtelen szünik meg, rugalmasságuknál fogva, mint a *Vorticellák* kocsánya, összepattannak.

STEIN azt véli, hogy az *Acinetafélék* tapogatói a test külső, felületes rétegéből indulnak ki, tehát egyedül az ectoplasma elkülönüléseinek tekinti. HERTWIG ellenben kimutatta, hogy azon pályák mentében, melyeken szivás alkalmával a zsákmány testállománya az *Acinetafélék* belsejébe húzódik, a tapogatók messze, csaknem a test közepéig folytatódnak. A tapogatók belső folytatásainak jelenlétét KOCH,[1] MAUPAS[2] és FRAIPONT[3] megerősítették, én magam pedig a sósvízi *Acineta** leirásánál szintén kiemeltem, hogy számos *Acinetánál*

[1] I. 39.

[2] Ueber Podophrya gemmipara. 57.

[3] Recherches sur les Acinetines de la côte d'Ostende. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique 2. ser. T. 45. (1878) 484.

[4] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 343.

[5] Term. rajz. füz. II. (1878) 250.

[6] Id. m. 344.

[1] Zwei Acineten auf Plumularia setacea, Ellis. Jena. (1876) 4. FRAIPONT ut. id.

[2] Sur la Podophrya fixa. Arch. de Zoologie exper. et génér. V. 416.

[3] Id. m. 250.

* Az általam az *Acinetá tuberosával* azonosnak tartott szamosfalvi *Acinetina* leírásánál felemlítettem azon zavart, mely az *A. tuberosa* körül uralkodik. Az EHRENBERG-féle rajz és leírás igen hiányos s én STEIN leirására s rajzaira támaszkodva, tartottam a szóban forgó sósvízi *Acinetát*, mely a STEIN-től leírt keleti-tengeri *Acinetától* bizonyára nem tér el, az *A. tuberosával* azonosnak. FRAIPONT azóta igen pontosan leírta az Ostendeban vizsgált valódi *Acineta turberosát* (Id. m. 247. Pl. III.), mely a STEIN és általam leírt *Acinetától* abban tér el, hogy vékony, karcsú kocsánya legalább is a test hosszával bír, többnyire azonban 3—4-szer hosszabb, míg a keleti-tengeri és szamosfalvi *Acineta* kocsánya jóval rövidebb s vaskosabb; továbbá még abban, hogy a keleti-tengeri és szamosfalvi *Acineta* testét annyira jellemző gyűrűs befűződések a valódi *A. tuberosánál* egészen hiányzanak. MAUPAS végre a STEIN-féle Acinetát a brétagnei és algiri partokról *A. foetida* név alatt írta le (Contribution a l'étude des Atinétiens. Arch. de zool. exper. XX. IX. (1881) 315.).

világosan megkülönböztethettem[1] s azon vélekedésemnek adtam kifejezést, hogy nem az egész tapogató folytatódik a test belsejébe, hanem, hogy a szóban forgó képletek a tapogatók testfelületi végéből kiinduló sugaras fonalak (s nem csövek, mint a tapogatók maguk), melyek legtalálóbban a *Helizoumok* állábaiból a protoplazmába folytatódó *tengelyfonalakkal* hasonlíthatók össze, s mintegy síneket képeznek, melyeken szivás alkalmával a felvett táplálék végig csúszik.

Hertwig a *Podophrya gemmiparánál* kétféle tapogatókat különböztet meg: úgymint hosszú hegyesen végződő s visszahuzódáskor pörgén csavarodó *rablófonalakat (Fangfäden)*, és ezeknél rövidebb, szivókorongocskával végződő s pörgén nem csavarodó *szivófonalakat* (*Saugfäden*). Amazok a zsákmány megragadására, ezek kiszívására valók; valószinűnek tartja, hogy ezen a tapogatók alakjára s élettani feladatára vonatkozó különbség az összes *Acinetafélék* tapogatóira is áll. Koch ugyanily kétféle tapogatókat észlelt a *Podophrya pusillánál,* Fraipont pedig a *P. Benedeninél,*[2] míg számos más az utóbbi búvár által igen pontosan vizsgált *Acinetaféléнél* külön szívó s külön rablófonalak nem fordulnak elő; e szerint Hertwig általánosítása ismereteink jelen állása mellett nem látszik jogosultnak.

Az elősoroltakból eléggé kitünik, hogy a tapogatók, vagy szivófonalak szerkezetükre az állábaktól s csillószőröktől igen lényegesen eltérnek, s hogy megokolt Claparède és Lachmann-nak azon felfogása, hogy a tapogatók egészen sajátszerű s az állábakkal és csillószőrökkel nem homolog képződmények.

Érzés s az érzés közvetítésére való elkülönülések.

Hogy a véglények a külvilág kölönböző behatásai iránt nem közönyösek, hanem azokra gyakran igen feltűnően reagálnak, minden búvár előtt eléggé ismeretes. Bizonyos véglények a világosságot keresik, s ha a vizet, melyben tartózkodnak, összekeverjük, igen rövid idő mulva összegyülnek az edénynek legvilágosabb részén, s ha most az edényt megfordítjuk, úgy hogy árnyékba kerüljenek, elhagyják helyüket s rövid idő alatt feltalálják ismét az edény világos részét. Más véglények ismét állandóan a sötét fenékiszapba, vagy lehullott levelek vagy egyéb tárgyak árnyékába húzódnak. A belélősdiek az átvilágított tárgylemezen szemlátomást rosszúl érzik magokat s nyakra-főre igyekeznek a nagy világosság köréből szabadulni, mi közben a szokatlan ingertől elkábítva, egy ideig egészen célszerűtlen mozgásokat végeznek; pl. egymásnak vakon neki mennek, taszigálódnak, mint ezt a béka kloakájából kivett *Opalinák-, Balantidiumok-, Nyctotherus-* és *Trichomonasokon* igen szépen lehet észlelni. Mennyire sérti a nagy fény s nyilván ezzel együtt az elpárolgó cseppben a sók tömörülése, a fedőlemez nyomása, s a cseppnek lélekzésre nem alkalmas gázokkal való fertőződése a véglényeket, ezt legvilágosabban bizonyítja az, hogy rövid idő alatt mind a csepp szélére gyűlnek. A *Vorticellafélék* vizsgálásánál elégszer boszankodva tapasztalhatjuk, hogy megsokalva a kellemetlen ingereket, hátsó testvégükön csillószőrkoszorút növesztenek s kocsányukról leválva a látótérből kiszöknek. A *gyökérlábúak* állábaikat gyengédtelen érintésre bevonják; számos *Flagellát* ily körülményeк között összehúzódik; a gyors összehúzódásra alkalmas *csillószőrös ázalékállatkák* összepattannak; a tokokat lakó véglények tokjaikba óvatosan visszahuzódnak s fenyegető veszélyt egyáltalában valamenyien igyekeznek, ha máskép nem tehetik, helyük változtatásával kikerülni. A véglények mozgása a hőmérsék emelkedésével élénkűl, míg csökkenésével lomhább lesz. Kühne vizsgálatai szerint, az *Amoebák* s *csillószőrös ázalékállatkák* villamos ingerek iránt ép oly érzékenyek, mint a magasabb állatok. Az evő véglények táplálékuk felvételénél egészen úgy viselik magokat, mint az állatok. Némelyek mindent felfalnak, mások ellenben válogatnak s csak bizonyos táplálékot vesznek fel; s hogy a táplálkozásukra alkalmas tárgyakat igen jól s bámulatos gyorsasággal meg tudják különböztetni, erre különösen azon csillószőrösek szolgálhatnak például, melyek táplálékukat szájmelletti csillószőreik örvényzésével sodorják szájukba. Ha ugyanis ezen örvénybe valamely oly tárgy kerűl, mely elnyelésre nem alkalmas, hirtelen megszünteti a véglény az örvényző csillószőrök játékát, vagy oly irányt ad neki, hogy az idegen test a szájhoz vezető örvényből kiesik, vagy közvetetlen a szájtól veti azt el hullámzó hártyájával. Mindezen adatok, melyeknek sorát tetszés szerint még hosszabbra lehetne nyújtani, minden kétség fölé emelik, hogy a véglények éreznek; s azon kérdés lép előtérbe: vajjon van-e az ingerek vezetésére s feldolgozására szolgáló külön szervök, azaz idegrendszerök, s vannak-e külérzékeik?

[1] Id. m. 250.
[2] Id. m.

Az első kérdésre, a mennyiben külön idegrendszerről van szó, a tudomány jelen állásán határozott nem-mel felelhetünk. EHRENBERG, ki az egész állatországban az egyenlően magas szervezet elvét hirdeté, ezen elvéhez híven idegrendszert is képzelt a véglényeknél s ennek középponti szervét egy páratlan *idegdúcz (Markknoten)* alakjában, véleménye szerint, meg is találta két Flagellátnak, az *Euglena (Phacus) longicauda* és *Amblyophis viridis* piros szemfoltja alatt.[1]

Ezen «*agyducz*»-nak tartott szerv, melyen a szemfolt olyanformán látszik ülni, mint a Cyclapsok, Daphniák vagy kerékállatkák szemfoltja az idegdúczon, FOCKE,[2] CLAPARÈDE és LACHMANN,[3] valamint STEIN szerint is csakugyan megvan; CLAPARÈDE és LACHMANN azonban a szóban forgó szerv élettani feladatáról mit sem tudnak, STEIN pedig, ki előbb egy zsírcsepphez hasonló gömbölyüded képletnek tartotta,[4] újabb vizsgálatok után meggyőződött a CARTER-től már 1856-ban közölt felfedezésnek helyességéről s lüktető űröcskét ismert fel benne,[5] mi saját vizsgálataim szerint a valónak teljesen megfelel. Minthogy e szerint a képzelt «agydúcz» valódi értékére redukáltatott: EHRENBERG-nek a véglények idegrendszerére vonatkozó további feltevései, melyek mind az *Euglena* és *Amblyophis* agydúczának felfedezésére voltak alapítva, természetesen önmaguktól romba dőlnek. Idegrendszernek tartható külön szervet tehát mai nap egyetlen véglénynél sem ismerünk, s ámbár érzékenységökben legkevesebb okunk sincs kételkedni, mégsem fordulunk azon hipotézishez, hogy talán valamely még eddig ismeretlen, elkülönült idegrendszert tegyünk fel; nem szorulnak ezen hipotézisre: mert hiszen oly sejtekből összetett állatok is vannak, — a minők pl. a Dicycma- és Orthonectes-félék — melyeknek nincs idegrendszerük, hanem ectodermasejtjeik végezik az idegsejtek feladatát. Ha tehát oly sejtekből összetett állatok is vannak, melyeknek idegrendszerét a test felületes rétege (melyből tudvalóleg az idegrendszerrel bíró állatoknál a központi idegrendszer az egyénfejlődés folyamatában különül el), helyettesíti; vajjon nem valószínű-e már a priori, hogy az egysejtű lényeknek sincs külön idegrendszerük, hanem hogy kiválólag a testük felületes rétegét képező kéregplasma, mely mint FRAIPANT jogosan megjegyzi,[1] élettanilag az állatok ectodermajának felel meg, — képes ingereket felvenni, feldolgozni s az egyes szervek működését igazgató ingereket ébreszteni, melyeket minden elkülönült idegek nélkűl, a protoplazma vezet?* A szájjal ellátott véglényeknél a száj szomszédságában elhelyezett fontos szerveknek komplikált működése, valamint azon körülmény, hogy a haladás legtöbb esetben a szájvég irányában történik, igen valószínűvé teszi, hogy a testnek a száj környezetében s a test mellső végén levő protoplazmarészlete kiváló mértékben végezi az idegrendszer középpontjának szerepét, anélkül, hogy idegdúczczá lenne elkülönülve.

ROSSBACH az ázalékállatkák mozgásait szabályozó külön czentrumokat vesz fel, határozottan kiemeli azonban, hogy ezalatt nem akarja azt érteni, mintha bizonyos képletek (pl. a mag) ily középpontok értékével bírnának, — bár ezt sem tartja egészen lehetetlennek, — hanem csupán azt, hogy a protoplazmának különböző részletei különböző szerepet ját-

[1] 105.

[2] Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. Bremen (1854) 60. a IV. táb. 21 rajzának magyarázata.

[3] I. 57.

[4] J. V. CARUS, Icones zootomicæ. Leipzig. 1857. Taf. I. Fig. 11.

[5] I. 91 és III. 144.

[1] Id. m. p. 504.

* HUXLEY az állat- és növényország határövét tárgyaló értekézésében (magyarra fordította HORVÁTH GÉZA, Természettudományi közlöny. IX. köt. 89—90 füz. 1877) a legalsóbb lények idegrendszerére vonatkozólag ezeket mondja: «Az állatok idegrendszerének szerkezetéről tett újabb vizsgálatok mind arra mutatnak, hogy az idegszövet végső elemeit nem az idegrostok képezik, mint eddig hitték. Minden idegrost úgy látszik számos, végtelenül finom szálból áll, mely szálak oly vékonyságúak, hogy átmérőjüket még mai, annyira tökélyesbbített mikroszkopjaink segélyével sem lehet tisztán kivenni. Egy-egy ideg tényleg nem egyéb, mintegy sajátságosan elváltozott protoplazma-szál, mely a szervezet két pontját összeköti, és melynek közvetítésével ama két pont egymásra képes hatni. Ebből könnyen belátható, hogy még a legegyszerűbb élőlénynek is lehet idegrendszere. Így ama kérdés is, vajjon bírnak-e a növények idegrendszerrel vagy sem, egészen új színben tűnik elő, s a szövetbúvár- és élettudósnak oly roppant nehéz problemát nyújt, melynek megoldásához, csak egészen új álláspontból kiindulva s egészen új módszereket teremtve, lehet hozzáfogni . . . Sőt kénytelenek vagyunk még azt a lehetőséget is feltenni hogy további kutatások a növényeknél talán még valami idegrendszerfélének is nyomára fognak bukkanni.» — Amit itt a nagynevű angol természetbúvár a legegyszerűbb élőlényeknél s még a növényeknél sem képzelhetetlen idegrendszerféléről mond, felfogásom szerint épen nem áll ellentmondásban a fentebb kifejtettekkel, sőt azokkal teljesen összhangzik.

szanak s különböző érzékenységűek.[1] Ezen feltevés mellett igen meggyőzőleg szól azon körülmény, hogy ugyanazon fizikai vagy vegytani ingerek egészen másképen hatnak a csillószőrökre s másképen a lüktető üröcskékre; míg például bizonyos ingerek behatására a csillószőrök mozgása gyorsabbodik, addig az üröcskék lüktetései lassabbodnak s megfordítva; sőt bizonyos ingerek befolyása alatt tetanizált ázalékállatkák üröcskéi zavartalanúl folytatják szabályos lüktetéseiket. Mindezeknek csakugyan nem lehet más magyarázatot adni, mint azt, hogy a csillószőröknek és lüktető üröcskéknek müködését külön czentrumok igazgatják. A csillószőrök mozgató czentrumát működése tekintetében, — ha szabad e hasonlattal élnem — némileg a gerinczesek agyának azon részével hasonlíthatnók össze, mely a helyváltoztatásnál a czélszerűen rendezett izomműködéseket igazgatja; valamint a helyváltoztató mozgások ezen koordinátorának — miként FLOURENS nevezi a középponti szerv ezen részét, mely magasabb gerinczeseknél tudvalevőleg az agyacskának felel meg, — szétroncsolására, alkohollal, vagy alkaloidokkal való mérgezésére a czélszerű helyváltoztató mozgásokat az állatnak tengelye körüli gyors forgása, vagy egészen czélszerűtlen tántorgása váltja fel: hasonló módon veszítik el, ROSSBACH vizsgálatai szerint, az ázalékállatkák is magas hőmérséknek, alkoholnak, s alkaloidoknak a csillószőreiket mozgató hypotheticus czentrumra való behatására kormányzó képességüket s czélszerű mozgások helyett tengelyök körül eszeveszett sebes forgásokat végeznek. Ezen mozgásoknak teljes czélszerűtelensége itt is, ép úgy mint amott, arra enged következtetnünk, hogy mindazon behatásoknak, melyek czélszerűtlen mozgásokat eredményeznek, mindenek előtt a czélszerűen rendezett mozgások czentrumára bénítólag kellett hatniok.

A mi a kérdés második részét, t. i. azt illeti, vajjon vannak-e a véglényeknek külérzékeik? erre nézve feleletünk nem lehet egészen tagadó, sőt a véglények szervezetének jelenlegi ismeretére támaszkodva, bizonyos jogosultsággal tulajdoníthatunk egyes véglényeknek kezdetleges külérzéki szerveket.

A nyomó és hőmérséki ingerek felvételére, mint a lágy felületű állatoknál, a véglényeknek bizonyára egész felülete, a mennyiben kemény pánczéllal vagy héjjal borítva nincsen, alkalmas; kétségkívül kiváló mértékben alkalmasak ezen ingerek felvételére a véglények testéből kiálló nyúlványok, az állábak, ostorok, csillószőrök, a csillószőröseknél gyakran előforduló mozgékony nyak és orrmányszerű testrészek s az *Acinetāk* tapogatói; a némely csillószőröseknél a többi csillószőrök közül kiemelkedő vagy a testnek bizonyos tájain elhelyezett finom, merev serték pedig egészen a tapogató serték módjára szerepelnek. Az ú. n. trichocystek, a pálczika-alakú testecskék, szintén kiválóan alkalmasaknak látszanak a nyomási ingerek vezetésére s ennélfogva nem egészen jogtalanul nevezi STEIN tapintótestecskéknek. Hogy különben a véglények tapintása igen finom, erre idegen testek érintésére bekövetkező élénk reagálásukból határozott következtetést lehet vonnunk, s épen érzékenységük az, mi oly kiválóan állati bélyeget nyom még azon képviselőkre is, melyek, mint a Flagellátok, az alsóbb növényekkel oly szoros s elválaszthatatlan kapcsolatban állanak.

A nyomás keltette ingerhez bizonyára legközelebb áll a hanghullámoktól előidézett; s nem tagadható annak lehetősége, hogy az állábak és csillószőrök a beléjök ütköző hanghullámokat az érző protoplazmával közölhetik, valamint, hogy mint jó hangvezetők, a *Radiolárok* kovatűi (úgy mint a szivacsok s virágállatok spiculumai) is elszállíthatják a hangot a protoplazmához. Mindennek, mire JÄGER figyelmeztetett,[1] lehetősége nem vonható kétségbe; feltehetjük, hogy a véglények a hanghullámok iránt nem érzéketlenek, hanem azért pozitiv adatok hiányában még sem mernők magunkévá tenni JÄGER-nek a fennebbi viszonyok lehetőségére alapított következő merész állítását: «E szerint egészen jól mondhatjuk: egy gyökérlábú, midőn valamennyi állábait teljesen kibontotta, a hang iránt tetemesen fokozott érzékenységi, tehát mintegy hallgatódzó állapotban van».[2]

MÜLLER JÁNOS 1856-ban a *Loxodes Rostrumnál* egészen sajátságos testecskéket fedezett fel,[3] melyek szerkezetüket tekintve, külérzéki szerveknek látszanak s nevezetesen mintha egészen megegyeznének az örvénykék (Turbellaria) némelyikénél (pl. a Monocelis, Convoluta, Macrostomum több fajánál) előforduló s a búvároktól majd szemeknek (ÖRSTED, SCHMIDT O.) majd halló hólyagnak (FREY és LEUCKART, SCHULTZE M. CLAPARÈDE) tartott szervekkel. Ezen képletek, melyeknek jelenlétét CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint

[1] Id. m. p. 62—63.

[1] Die Organanfänge. Kosmos. Zeitschr. f. einheitl. Weltanschauung auf Grund der Entwicklunglehre. I. Jahrg. 3. H. (1877) 202.

[2] U. o.

[3] V. ö. CLAP. et. LACHM. II. 342.

Stein, újabban pedig Wrzesniowski [1] is megerősítette, a nevezett csillószőrös ázalékállatkáknál a test jobboldali szegélyének mentében változó számmal vannak egy sorban a kéregplazmába ágyazva s világos, gömbölyű hólyagocskából állanak, mely egy erősen fénytörő gömböcskét zár magába; e szerint egészen olyanok, mint egy nagy otolithet rejtő halló hólyag. Ugyanily képleteket írt le Stein és Engelmann az *Oxytrichaféléknél,* melyeknél majd szabálytalanúl vannak szétszórva, majd a test mindkét oldalán egy-egy sorban helyezvék el, majd ismét a test két végén sötét szemecskéktől környezve, csupán egy-egy ily hólyagocska foglal helyet; ez áll nevezetesen az *Oxytricha pellionelláról.* Bármennyire hasonlítsanak is azonban ezen világos hólyagocskák otolithszerű tartalmukkal, mely, mint Engelmann megjegyzi, mintegy valódi otolith, többnyire reszketve ingadozik, alsóbb állatok halló hólyagocskáihoz, a hasonlatosság mégis csak felületes, legalább egyetlen észlelési adat sem szól amellett, hogy ezen hólyagocskák halló szervek. Stein nem is tekinti egyebeknek, mint oldódásban levő zsírgömböcskéknek, melyeknek világos udvara, a hólyag, oly módon jön létre, hogy az oldott zsír nem keveredik közvetetlenűl a környező protoplazmával, hanem az egyre kissebbedő gömb körül összegyűl.[2] Ugyanezen véleményben osztozik Engelmann is,[3] Wrzesniowski ellenben a *Loxodes Rostrum* hólyagocskáiban levő gömböknek kémlelő szerek iránt való maguktartásából (savakban felpezsgés nélkűl könnyen oldódnak) azt következteti, hogy nem zsírból állanak, hanem megegyeznek azon apróbb erős fénytörésű testecskékkel, melyek az ázalékállatkák testvégein szoktak felhalmozódni és Stein-től is húgyconcrementumoknak tartatnak.[4]

Ha valahol, úgy bizonyára a véglények testrészei élettani értékének megállapításánál van helyén a legnagyobb óvatosság; az elhamarkodott ítélet konzekvencziáival a tévedések egész labirintusába vezet. Mily könnyen lehetne például szerkezete után halló hólyagoknak tartani nemcsak a fennebbieket, hanem még inkább a Closteriumok végén lévő hólyagocskákat, melyekre vonatkozólag Frey és Leuckart a véglények érzéki szerveiről szólva, ezeket mondja: «Föltéve, hogy a Closteriumok állati természete bebizonyodnék, mi minden esetre nagyon kétséges, úgy talán nagyobb jogosultsággal lehetne azon kis gömbölyüded hólyagot, mely ezen állatok testének csúcsában fekszik s nagyszámó apró szemecskéket tartalmaz, halló hólyagoknak tartani. Szemecskéinek mozgása legalább a Gasteropodok otolithjeinek oscillatióival egészen megegyezik, a minthogy az egész is az utóbbi állatoknak halló tokjához nagyon hasonlít».[1]

Azon erősen fénytörő, egynemű állományból álló, óraüvegalakú, tömött képlet, melyet Lieberkühn az *Ophryoglena flavicans* és *Bursaria flava (= Panophrys flava Duj.)* szája mellett fedezett fel,[2] s mely Claparède és Lachmann szerint nagy valószínűséggel tekinthető valamely külérzéki szervnek, bár nem lehet eldönteni, vajjon látásra, ízlésre vagy szaglásra szolgál-e,[3] Stein szerint szintén nem bír valamely külérzéki szerv jelentőségével, hanem, optikai tulajdonságai után itélve, különösen alakult zsirrögécskének látszik.[4] Talán az óraüvegalakú képletek sem egyebek húgyconcrementumoknál; a *Metopus sigmoides-* s *Gyrocorys oxyura* mellső testvégén legalább, mint Stein is kiemeli,[5] egy-egy ily óraüvegalakú képlet, épen úgy, mint az *Oxytricha pellianellánál* a gömböt rejtő hólyagocska, számos apró, átvilágítva feketének, ráeső fényben pedig krétafehérnek látszó szemecskétől van környezve, egészen olyanoktól, mint a minőket Stein a *Parameciumoknál* maga is húgyconcrementumoknak tekint.[6]

Hogy a véglények valamennyien, ha nem is látnak, de legalább érzik a fényt, ez, mint már fennebb említém, különböző fokú világításnál észlelhető maguk viseletéből következtethető. «A látás ez esetben nyilván csupán a világosság és sötétség megkülönböztetésére szorítkozik, mi egy külön optikai készülék nélkül az egész test felületétől érezhető.»[7] — Ismeretes, hogy a látás szervének első nyomait festékszemecskék összehalmozódása képezi, mely szemecskék halmaza sötét színének fizikai tulajdonságainál fogva a fénysúgarakat elnyeli; ha már most a

[1] Beobachtungen über Infusorien etc. A. ZWZ. XX. (1870) 493.

[2] I. 68.

[3] Zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XI. (1861) 365.

[4] Beobachtungen über Infusorien etc. ZWZ. XX. (1870) 493.

[1] Rud. Wagner's Lehrbuch der Zootomie. II. Th. Lehrb. d. Anat. d. wirbellosen Th. Bearb. v. H. Frey u. R. Leuckart Leipz. 1847. p. 607.

[2] Beiträge zur Anat. der Infusorien. AAP. (1856) 22.

[3] I. 57.

[4] I. 68.

[5] II. 333.

[6] I. 68.

[7] Siebold. Vergl. Anat. der wirbellosen Thiere. Berlin (1845) 14.

fénysúgarak elnyelése által a sötét foltban keltett molekuláris változások az ingereket feldolgozó középponti szervvel közvetetlen, vagy ideg közvetítésével közöltetnek, ez esetben az inger minőségének megfelelő fényérzésnek kell létrejönni. Minthogy pedig a protoplazma, a sarcode, miként már Dujardin jellemzé, idegek nélkül érez, azaz képes ingereket feldolgozni: méltán következtethető, hogy a véglények protoplazmateste, az elnyelt fénysugarak ingerét képes érzéssé változtatni.

Egyszerű festőanyag képezte foltok, minők alsóbb állatoknál a legkezdetlegesebb szemeknek felelnek meg, s melyek szerkezetüknél fogva csupán fényérzésre s nem látásra szolgálhatnak, a véglények egyik csoportjánál, t. i. mind a levélzöldet tartalmazó, mind pedig a színtelen *Flagellátoknál* igen gyakoriak, sőt azt mondhatni, hogy csak ritkán hiányzanak. A *Flagellátok szemfoltja* vagy *stigmája* élesen körülírt, páratlan, különböző árnyalatú piros folt, mely a test ostorvégén vagy közepett, vagy oldalra szorítva, foglal helyet s ez utóbbi esetben a test felületéből gyakran kissé kiszökell. Ehrenberg természetesen legkevésbbé sem habozott a Flagellátoknak ezen piros foltjait szemeknek tekinteni; ezen felfogást azonban már Dujardin is visszautasította, újabb időben pedig csaknem általánosan elvettetett: részint azért, mert, — mint Siebold mondja, — fénytörő készüléke nincsen s idegnek tartható állománynyal nem függ össze;[1] részint pedig azért, mert, — mint Stein,[2] valamint Claparède és Lachmann[3] is kiemeli, — a *Flagellátokéval* teljesen megegyező piros folt a moszatok rajzóspóráinál is előfordúl. Az előbbi ellenvetést illetőleg elég leend kiemelnem, hogy tulajdonképen, mint számos alsóbb állatnak egyszerű festőanyag-foltjánál, első sorban nem is látó, hanem csupán fényérző (photoscopicus) szemről lehet szó, melyre nézve a fényt elnyelő sötét folt elégséges, az idegállományt pedig az idegrendszer nélküli véglénynél maga az érző protoplazma képviselheti. A *Flagellátok* szemfoltja azonban, melynek helye s előfordulása egészen állandó, már e miatt is más jelentőségűnek látszik, mint a halló hólyaghoz hasonló s az óraüvegalakú képletek, melyeknek előfordulása ugyanazon fajnál sem állandó, számuk pedig és elhelyezésük — legalább a gömböt rejtő hólyagoké — többé-kevésbbé változik. E mellett a *Flagellátok* szemfoltja erős nagyításnál oly szerkezetű, hogy az ezen szervekkel való látást (nem csupán a fényérző képességet) sem lehet egészen kizárni. Igy az *Anthophysa* szemfoltja egy piros borítéktól bevont erősen fénytörő víztiszta gömböt zár körül; a *Volvox, Pandorina* és *Eudorina* szemfoltja vérpiros állománytól bevont fényes gömb, melynek a testfelületből kissé kiszökellő sarkát gyűrűs perem szegélyezi; az *Euglenáké* végre vérpiros állományba ágyazott számos erősen fénytörő gömböcskéből áll, melyek közül a csoport közepét elfoglaló rendesen nagyobb a többinél s ez utóbbi viszonyt nem tekintve, egészen megegyezik azon szemfoltok szerkezetével, melyet Schultze M. az örvénykék némely fajánál, nevezetesen a Vortex balticus-, V. viridis- és Macrostonum Hystrixnél talált.[1] A *Flagellátok* szemfoltja e szerint egy vagy több apró fénytörő gömböt tartalmaz, s ha Schultze M. az örvénykék szemfoltjának erősen fénytörő, parányi gömböcskéit képet előállító lencséknek hajlandó tekinteni: hasonló jogosultsággal lehetne ugyanezt a *Flagellátok* szemfoltjának gömböcskéiről is tartani. Részemről azonban sokkal valószínűbbnek tartom, hogy mind az örvénykék, mind a *Flagellátok* fényes gömböcskéi, mint gyűjtőlencsék, egyszerűen csak a fénynek konczentrálására szolgálnak, s hogy ezen szemfoltok fénytörő parányi lencséiknek daczára csupán fényérzést, nem pedig látást közvetítenek.

A másik ellenvetés, felfogásom szerint, szintén nem állhat meg az előítélettől teljesen ment objektiv bírálat előtt; kétségbe vonhatatlan tény, hogy a moszatok rajzóspóráinak s a *Flagellátoknak* szemfoltjai alaktanilag egészen egyenlő értékű képletek; másfelől tény az is, hogy a szemfoltok a rajzóspórák s a *Flagellátok* testének azon elkülönülései, melyek szerkezetüknél fogva a fénysugarak konczentrálására, elnyelésére s a fényingernek az érző protoplazmával való közlésére kitűnően alkalmasok. Igy állván a dolog, a kérdés, mely eldöntésre vár, nem az, hogy mi lehetséges a növényekről való hagyományos fogalmaink alterálása nélkül, hanem az, hogy a fényérzésre alkalmas szervvel bíró rajzók és *Flagellátok* érezik-e a fényt? A felelet, mivel az összes idevágó észleletek megegyeznek, másképp nem szólhat, mint hogy a fényt igen élénken érzik; s ezen döntő erejű tényállásra támasz-

[1] Lehrb. der vergl. Anat. d. wirbellosen Thiere. 14.
[2] I. 65.
[3] I. 57.

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald (1851) 25.

kodva, HAECKEL-lel bizonyára jogosan mondhatjuk, hogy a Flagellátoknál a festőanyag-folt az, a mi a fényérzést közvetíti;[1] s határozottan megerősíthetjük PAGENSTECHER azon gyanításának helyességét, hogy a fény irányában haladó Euglenáknál a piros folt az, mely a haladásra szükséges folyamatokat megindítja.[2] A mi pedig a moszatokkal mint fennebb előadtam, a legszorosabb kapcsolatban álló zöld *Flagellátok* szemfoltjának értékéről áll, ugyanennek kell állani a moszatok fejlődés körébe tartozó *Flagellátok*, azaz a rajzóspórák piros szemfoltjáról is. Ki akarom itt ismételve emelni, hogy nem látó szemről van szó, hanem a rajzó testének egy körülírt foltjáról, mely szerkezeténél fogva a fény elnyelésére a sejt többi részénél alkalmasabb, s az elnyelt sugarak ébresztette ingert az érző protoplazmával közli; a fényérzés közvetítésére szolgáló ily kimutatható szervnek a fény iránt annyira érzékeny rajzóspóráknál való előfordulása, felfogásom szerint, mainap már nem okozhat megütközést: hiszen a rajzóspóráknak ostorai vagy csilló-szőrei, valamint lüktető űröcskéi szintén oly elkülönülések, melyek ezelőtt nehány évtizeddel egy növénynél épen oly hihetetleneknek látszottak, — sőt a lüktető űröcskéket, mint fennebb előadtam, STEIN még mai nap is, bár kétségkívül helytelenül, állati bélyegeknek tartja, — mint az, hogy a tenyészésük legfontosabb alaptényezőjének, a fénynek érzésére egy külön, kezdetleges külérzéki szervvel vannak ellátva. — A természet, — mint GÖTHE mondja, — a maga útját követi, a mi nekünk kivételnek látszik, az a törvény!

Hogy a moszatrajzók szemfoltja nem lehet egészen jelentéktelen piros pont, hanem hogy a rajzás idejének tartama alatt bizonyos oly fontos feladatot teljesít, mely a rajzás megszűntével, midőn a rajzó a csírázásra alkalmas helyet megtalálta, megoldást nyert, erre nézve még csak azon körülményt akarom felhozni, hogy a pihenésre jutott rajzóknál a helyváltoztató ostorokkal együtt a piros szemfolt is gyorsan visszafejlődik s elenyészik. A ki figyelemmel kísérte pl. egy Ulothrix vagy egy Stigeoclonium rajzóján a csírázás alatt bekövetkező változásokat, bizonyára tapasztalta azt, hogy a mint a mozgás az egyszerű plasmafonalak képezte ostoroknak visszahúzódására megszünik s a rajzónak mellső teste vége kezd megnyúlni, a szemfolt színe igen rövid idő alatt megváltozik, vagy elszíntelenedik, vagy sötétebb lesz s végre szétesik egyes szemecskékre, melyek gyakran a csírázó sejt habos protoplazmájának egy űröcskéjébe kerülnek, melyben molekuláris hemzsegésökkel vonják magokra a figyelmet; — szóval csírázáskor a szemfolt, mint többé nem működő szerv, dezorganizálódik. Vajjon nem emlékeztet-e ez egészen bizonyos élősdi vagy alámerült tárgyakhoz rögzített állatok szabadon mozgó álczáinál a szemnek a beköltözést vagy letelepedést követő visszafejlődésére, s vajjon nem erősít-e meg még inkább ezen megegyezés abban, hogy a rajzók szemfoltjai is fényérzésre szolgálnak? — A moszatspóra rajzása alatt két állatias jelenség vonja magára a figyelmet: az egyik a mozgás maga, a másik a mozgás iránya, mely a spórát a fény felé vezérli; az előbbit az örvényző ostoroknak, vagy csillószőröknek, az utóbbit a fényérző szemfoltnak jelenléte s munkája teszi lehetővé.

A *Flagellátok* kivételével a többi véglényeknél csak kivételesen fordulnak elő szemfoltok, s ennek megfelelőleg a fény iránt bár épen nem közönyösek, de határozottan nem oly érzékenyek, mint amazok. Ezen szemfoltot nélkülöző véglények között ismét, általános fizikai okoknál fogva, a fény iránt azok viseltetnek nagyobb érzékenységgel, melyeknek protoplazmája festőanyagok belerakodása által tünik ki; azonban a színteleneknél is még mindig lehetővé vannak téve a fényérzés csekélyebb fokai azáltal, hogy a protoplazma két különböző törési index-szel biró állományból, t. i. az üvegtiszta állományból s az ebbe ágyazott erősebb fénytörésü rögöcskékből áll. Szemfolt jelenléte által a többiektől kivételt csupán nehány csillószőrös ázalékállatka képez, így például az *Ophryoglena* több faja, melyek testöknek mellső részén, a száj előtt, mintegy a homlokon, egy élesen körülírt fekete, vagy vörös festőanyagból álló foltot viselnek, továbbá CLAPARÈDE és LACHMANN vizsgálatai szerint a *Freiának* tokot még ki nem választott szabadon rajzó egyénei.[1] Nevezett búvárok szerint a *Freiának* szabadon rajzó, hengeres testű fiatal egyénei testüknek mellső részén, melyen a lófülhez hasonló két hatalmas karély még nincsen kifejlődve, fekete, félholdalakú foltot viselnek, mely mögött gyakran egy kristálylencséhez hasonló igen átlátszó testecskét lehetett megkülönböztetniök.[2] LACHMANN-

[1] Ursprung und Entwicklung der Sinneswerckzeuge. Kosmos. II. Jahrg. 8. H. (1878) 107.

[2] Allgemeine Zoologie. I. Th. Berlin 1875) 341.

[1] I. 218.

[2] V. ö. Pl. fig. 9. 8—9.

nak azt is sikerült megfigyelnie, hogy mily módon fejlődik ki a szabadon rajzó szemfoltos egyénből — ,melyben senki sem volna hajlandó egy *Freiát* felismerni, — a helyhez kötött alak. A rajzó letelepedett, lassankint tokot választott ki, karélyai elkezdtek növekedni, e közben a szemfolt mindinkább elmosódott, s valószínű, hogy végre egészen elenyészik, mivel a tokot lakó kifejlődött *Freiáknál* szemfolt nincs. Itt tehát ismét ugyanazon eset fordúl elő, mint számos élősdi, vagy kifejlett állapotban helyhez kötött állatnál, melyeknek álczái, miután bevándoroltak, vagy megtelepedtek, szemüket, melynek szabad kalandozásaik idejében bizonyára nagy hasznát vették, mint ezentúl teljesen fölöslegest, elveszítik.

Míg a *Flagellátok* szemfoltjai mindig egészen élesen körülírtak, addig a csillószőrös ázalékállatkáknál gyakran elmosódva mennek át a test mellső részét, vagy az egész testet színező festőanyagba; egészen oly viszony ez, a minő az örvénykéknél ismeretes, melyeknek némely fajánál a másoknál előforduló körülírt szemeket a test mellső részén szétmosódott fekete vagy vörös festőállomány helyettesíti. Ezen viszonyt találtam én az *Ophryoglena atrónál*, melynél az apró szemecskékből összetett fekete szemfolt nem mindig van kifejlődve, hanem e helyett az egész testet színező fekete festőanyag a test mellső része felé egyre sötetébbé fokozódik, s úgy látszik, hogy ezen sötét, de szétmosódott festőanyagból válnak ki, talán csak idősebb egyéneknél, a szemfolttá tömörülő szemecskék. Ezt találtam továbbá a sósvizekre annyira jellemző s általam *Chlamydodon Cyclops* név alatt leírt ázalékállatkánál,[1] melynél az egész testet halványabb vagy sötétebb téglavörösre színező festőanyag a homlokon egy elmosódott vérpiros foltba megy át, melynek közepétől egy világos jéglencseszerű gömböcske szökell ki kissé a homlok domborúlatából. Egészen ilyen, a test halvány téglavörös színébe elmosódva átmenő pompás vérpiros foltot találtam egészen állandóan egy, N.-Szeben körül a *Volvox Globator* és *V. minor* társaságában élő, *Nassulafélénck*, mely legközelebb áll a Perty *Cyclogramma rubenséhez*, homlokán.

Mindazt, amit ismereteink jelen állásán a véglények érzéséről tudunk, a következőkben foglalhatjuk össze: A véglények idegrendszernek tartható elkülönült szervvel nem bírnak, hanem «az ideg nélkül érző sarcode», vagy protoplazma maga végezi az idegrendszer feladatát. A protoplazma különböző ingerek iránt érzékeny. A hőmérséki és nyomási ingereket az egész testfelület, főleg pedig ennek nyúlványai és függelékei veszik fel, melyek a beléjök ütköző hanghullámokat is áttehetik, mint speczifikus ingert az érző protoplazmára, elkülönült hallásszervek azonban nem fordulnak elő. Egyedüli elkülönült külérzéki szervnek a sötét szemfoltok tekinthetők, melyek az alsóbb állatok fotoszkópi szemeivel egyenértékűek s a világosságnak és sötétségnek éles megkülönböztetését teszik lehetővé.

Lüktető űröcskék.

A véglények testének kéregrétegébe ágyazott úgynevezett *lüktető*, vagy *összehúzódó űröcskék, nedvtartók, hólyagok, (pulsirende, contractile, Vacuolen, Räume, Behälter, Blasen, vésicules, vacuoles contractiles)* mint a régibb, úgy az újabb búvárok részéről is igen különböző értelmezésben részesültek.

Ezen viztiszta folyadékot tartalmazó s szív módjára szabályos rhythmusokban összehúzódó s kitáguló, elenyésző s ismét megjelenő űröcskék a mai ismeretek szerint, a *Gregarinák és Noctilucák* kivételével, igen nagy általánosságban fordúlnak elő a véglényeknél. Előfordúlnak, a *Polythalamok* és *Radiolárok* kivételével, csaknem az összes többi gyökérlábúaknál, továbbá valamennyi *Flagellátnál*; a csillószőrös ázalékállatkák között pedig csupán az *Opalinafélék* legnagyobb részénél hiányoznak.

Stein, mint már fennebb előadtam, épen úgy, valamint már előtte Claparède, Lachmann és Schneider ezen lüktető űröcskéket kizárólagos állati bélyegeknek tekinti, s ehhez képest határozottan az állatországba tartozóknak tartja mindazon *Flagellátokat*, melyek lüktető űröcskékkel birnak; ezen felfogással szemben már fennebb elősoroltam azon moszat- és gombarajzókat, melyeknél eddigelé lüktető űregcsék észleltettek, s e szerint ezek az állat- vagy növényországba való tartozás megítélésénel nem szolgálhatnak kritérium gyanánt.

A lüktető űröcskék száma s elhelyezése látszólag elég tág korlátok között változik ugyan, rokonságban álló csoportoknál azonban többnyire meglehetősen állandó marad, ugyanazon fajhoz tartozó

[1] A tordai és szamosfalvi sóstavak ázalag-faunája. Magy. orv. és term. vizsgálók 1875-ben Előpatakon tartott XVIII. vándorgyűlésének évkönyvei. Kül. lenyom. 14. I. Táb. 14—20. ábr.

véglénynél pedig csak ritkán van az űröcskék száma változásnak alávetve. Ez utóbbi kivételes esetre például szolgálhat az *Arcella vulgaris,* melynek fiatal egyénei állandóan két, a test szegélyén szemben álló űröcskével birnak, míg nagy példányoknál vagy megmarad az eredeti szám, vagy pedig ezekhez még a testet körül szegélyző számos űröcske járúl. Hasonló viszony konstatálható számos *Heliozoumnál* s a *Difflugiáknál;* az előbbieknél az eredeti szám kettő, az utóbbiaknál egy. A gyökérlábúaknál általában az űröcskék száma egy, kettő, vagy ennek sokszorosa. A karélyos állábú gyökérlábúaknál, az *Arcellák* kivételével, az űröcskék száma rendesen csak egy, ritkábban több; a súgaras állábúaknak ellenben, nevezetesen a *Heliozoumok- és Euglyphaknak* legalább két űröcskéjök van, míg a nagyobb *Heliozoumoknál,* még ugyanazon fajhoz tartozóknál is, a kisebb példányok két űröcskéjéhez rendesen még több járúl. A tömlőalakú tokokat lakó gyökérlábúaknál, ha csupán egy vagy két űröcskéjök van, ezek mindig a test mellső felében foglalnak helyet, ha pedig nagyobb számmal vannak jelen, ez esetben az egész felületen lehetnek szétszórva. A *Heliozoumok-* és *Arcelláknál,* ha csupán két űröcskéjök van, ezek mindig szemben állanak; ha ellenben nagyobb az űröcskék száma, ez esetben meglehetős szabályos közökben vannak szétszórva, úgy hogy az egész test számos egyenlő nagyságú űröcsketerületekre osztható fel. Az alakjokat folytonosan változtató *Amoebák* között csak azoknál lehet az űröcske helyéről szó, melyek megnyúlt testtel olvadó csepp módjára folyva haladnak; a haladás ezen módjánál az egyetlen űröcske mindig a test hátulsó részében marad.

A *Flagellátok* között a *levélzöldet tartalmazókat* csaknem kivétel nélkül két űröcske jellemzi, melyek a test mellső végén az egy vagy több ostor alatt foglalnak helyet. A zöld *Flagellátok* ezen ostor alatti két lüktető űröcskéjére vonatkozó első észleleteket Focke és Cohn egyidejűleg közölte, az előbbi a *Chlamydomonas Pulvisculusnál,*[1] az utóbbi ugyancsak a *Chlamydomonásnál* s a *Gonium pectorale* egyéneinél mutatta ki a két űröcskét.[2] Ezen felfedezések helyességét azóta sokszorosan megerősítették s a többi zöld *Flagellátoknál* is feltalálták a két űröcskét. Stein a *Flagellátokat* tárgyaló befejezetlen monografiájában az *Euglenidáknak* s még nehány ezekkel rokon levélzöldet tartalmazó *Flagellátnak* csupán egy lüktető űröcskét tulajdonít ugyan, ez azonban, miként alább, a lüktető űröcskék feladatának tárgyalásánál alkalmam leend kimutatni, határozottan téves. A *levélzöldet nem tartalmazó Flagellátoknak* vagy szintén két űröcskéjük van ostoruk vagy ostoraik alapján, vagy csupán egy, a száj szomszédságában, vagy kissé alább, a test közepe táján, oldalt, vagy végre, s ez a legritkább eset, a test hátsó vége előtt.

A *csillószőrös ázalékállatkáknál* leggyakrabban egyetlen űröcske fordúl elő: így Stein rendszerében a *Peritricheknél* csaknem kivétel nélkül; a *Hypotrichek* közül az *Oxytricha-, Euplotes-, Aspidisca-* és *Peritromusfélék* családjánál; a *Heterotrichek* között a *Spirostomum-* és *Stentor*-félék családjánál; a *Holotrichek* között a *Cinetochilium*-féléknél, továbbá a *Paramecium-, Enchelys-,* és *Trachelius*-félék egy részénél; végre az *Acineta*-félék nagy részénél. Két lüktető űröcske csak ritkán fordúl elő; így a *Paramecium*-nem fajainál, nehány *Bursaria*-félénél, valamint Bütschli és Wrzesniowski szerint egy-két *Vorticella*-félénél. Kettőnél több, néha igen nagyszámú űröcske jellemzi az *Ervilia* s *Chlamydodon*-féléket, a *Hypotrichek-,* a *Bursaria*-félék egy részét, a *Heterotrichek-, a Paramecium-, Enchelys- és Trachelius*-félék egy részét a *Holotrichek* rendében; végre nehány *Acineta*-félét. Ha csupán egyetlen lüktető űröcske van, ez vagy a száj közelében foglal helyet, vagy pedig a testnek hátulsó végén; ez utóbbiakhoz tartozik az egy űröcskéjű *Heterotrichek* egy része, a *Holotrichek* közül pedig az *Enchelys- és Trachelius*-félék, mig a *Peritrichek* s az egy űröcskéjű *Hypotrichek* mind az előbbi csoportba tartoznak. A két űröcskéjüek űröcskéi a test egyik szélén foglalnak helyet. A számos űröcske végre vagy egy sorban szegélyzi a test egyik oldalát (többűröcskéjű *Holotrichek* egy része), vagy végre az egész testen egyenlő közökben van szétszórva (többűröcskéjű *Heterotrichek* s a *Holotrichek* egy része).

Ehrenberg-nek azon mai nap kalandosan hangzó nézete, hogy a lüktető űröcskék *ondóhólyagok,* melyek az ondót lüktetve, a parányi peték termékenyítésére az egész testben szétömlesztik, egyetlen újabb búvár részéről sem fogadtatott el. Sok követőre talált ellenben Wiegmann-nak már 1835-ben nyilvánított azon felfogása,[1] — mit különben Gleichen már a

[1] Physiologische Studien. A. Wirbellosen Thiere. II. Bremen (1854) 4.

[2] Untersuch. über die Entwickelungsgeschichte der microschen Alpen und Pilze. Acta acad. cæs. Leop. Carol. Vol. 24. Bonn. 1854.

[1] Wiegmann's Arch. (1835) I. 12. v. ö. Lachmann; Ueber die Org. der Infusorien. 374.

múlt században sejtett, — hogy a lüktető űröcske a keringési, véredényrendszernek központi szerve, tehát szívnek felel meg. Ezen értelmezéshez csatlakozott SIEBOLD,[1] CLAPARÈDE,[2] LACHMANN,[3] LIEBERKÜHN,[4] MÜLLER JÁNOS,[5] legújabban pedig FROMENTEL.[6] A lüktető űröcskék ezen felfogás szerint a táplálónedvet, a vért, szabályos áramlásban tartják; a diastole alatt megtelő űröcske, midőn tágulatának maximumát elérte, összehúzódik, egy pillanatra egészen elenyészni látszik, hogy néhány másodpercz alatt újra megtelve, ismét systolét kezdjen s tartalmát a véglény testébe, illetőleg edényeibe nyomja. A pályák, melyeken a keringésben tartott nedv áramlik, többnyire kivehetetlenek; némely csillószőrös ázalékállatkánál azonban systolé alatt sugarasan elhelyezett edények nyílnak meg, melyek a beléjök nyomott nedvet elfogadják s tovaszállítják. Legrégebben ismeretesek ezek a *Paramecium Aureliánál,* melynél SPALLANZANI, mint fennebb előadtam, a 8—10 sugarosan elhelyezett orsóalakú edényt már 1776-ban észlelte. Ugyanilyen, de finomabb és nagyobb számú edényeket észlelt LIEBERKÜHN a *Bursaria flavánál* és *Ophryoglena flavicansnál,* melyeknél ezen edények lefutása a kéregplazmában az űröcske képezte középponttól messzire követhető. Legfeltűnőbb azonban ezen edényrendszer a *Cyrtostomum leucasnál,* melynél a nagyszámú edények kigyózó lefutásúak s elágaznak. A *Cyrtostomum* ezen elágazó edényrendszerének bár egyszerűsített, de elég hű képét adja JOBARD-MUTEAU úrnő;[7] az ázalékállatkát azonban, melynek rajzát közli, helytelenül nevezi *Panophrys Chrysalisnak.*

Nem hagyhatom megjegyzés nélkül, hogy az ezen edényekben való szabályos keringés már a priori is igen nehezen képzelhető, mivel ugyanazon edények szolgálnának a folyadéknak mind az űröcskékbe való vezetésére, mind pedig annak az űröcskékből való tovaszállítására.

A lüktető űröcskéknek egészen új magyarázatával lépett fel SCHMIDT OSZKÁR 1849-ben,[8] melyet azon igen fontos felfedezésére alapított, hogy a *Cyrtostomum (Bursaria) leucas* és *Paramecium Aurelia* űröcskéi finom nyílással kifelé szájadzanak: e szerint szívnek semmi esetre sem felelhetnek meg, ellenben minden valószínűség a mellett szól, hogy a kerékállatkák, szívó- és egyéb férgek vízedényrendszerének ürítő hólyagával egyenértékűek, a belőlük eredő edények pedig vízedények.

SCHMIDT felfedezésének helyességét CARTER,[1] LEYDIG,[2] STEIN,[3] BALBIANI,[4] ZENKER,[5] SCHWALBE,[6] WRZESNIOWSKI,[7] RAY LANCASTER,[8] ROOD,[9] ROSSBACH,[10] BÜTSCHLI,[11] ENGELMANN,[12] részint a *Cyrtostomum-* és *Parameciumnál,* részint számos más ázalékállatkáknál megerősítették. Mindezen búvárok szerint a lüktető űröcskék systoléjok alatt tartalmukat kifelé ürítik, még pedig vagy egyetlen minden systole alatt kihasadó s ismét nyomtalanúl elenyésző *(Actinosphaerium),* vagy egy előképzett finom, de némely ázalékállatkáknál igen jól kivehető kerek nyiláson át, melyet ZENKER szerint, a *Cyrtostomumnál* diastole alatt egy finom nyálkás állományú dugasz, mint egy szelep elzár, vagy pedig a cuticulának az űröcske felett levő több finom nyílásán szűrődik ki tartalmuk; ez utóbbi viszonyt találta STEIN a *Bursaria flavanál* és *Ophryo-*

[1] Lehrb. der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. 19.
[2] Ueber Actinophrys Eichhornii. AAP. (1854) 404.
[3] Ueber die Organ. der Infusorien etc. AAP. (1856) 374. Torábbá CLAPARÈDE-del kiadott nagy munkájában I. 42.
[4] Beiträge zur Anatomie der Infusorien. AAP. (1856) 26.
[5] Monatsb. der berliner Akad. (1856) 392. v. ö. STEIN I. 86.
[6] Études sur les Microzoaires. Paris. (1874) 37.
[7] FROMENTEL, id. mű. Pl. 16. fig. 5.
[8] FRORIEP's neue Notizen. V. ö. ZENKER, Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. AMA. II. (1866) 333.

[1] Annales of natural history. 1856. Vol. 18. p. 126. V. ö. STEIN I. 86.
[2] Lehrbuch der Histologie. (1857) 395.
[3] I. 86.
[4] Journal de physiologie (1861) 487. v. ö. Wrzesniowski ZWZ. XXIX. (1877) 310.
[5] Beitrag zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 322.
[6] Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. AMA. II. (1866) 351.
[7] Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 25. Továbbá: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 306.
[8] Quart. Journ. microscop. sc. p. 143. LEUCKART's Bericht. AN. 36. Jahrg. II. (1870) 366.
[9] Sillim. Journ. 1853. Vol. 15. p. 70. v. ö. WRZESNIOWSKI ZWZ. XXIX. (1877) 310.
[10] Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Org. u. ihr Verhalten gegen physikalische Agenzien und Arzneimittel. Arb. aus d. Zoolog.-Zootom. Institut in Würzburg. 1. H. 1872. p. 9.
[11] Ueber Dendrocometes paradoxus, STEIN, nebst einigen Bemerk. ü. Spirochona gemmipara u. d. contr. Vacuol. der Vorticellen. ZWZ. XXVIII. (1877) 62.
[12] Zur Naturg. d. Infusorien. ZWZ. XI. (1861) 380. Továbbá: Zur Physiol. d. contr. Vacuol. d. Infusorien. Zoolog. Anzeig. I.

glena acuminátánál, Bütschli pedig az *Acineta mystacinánál.*

Azon ellenvetéssel szemben, hogy azon esetben, ha a lüktető űröcskék systoléjok alatt csakugyan kifelé űrítenék tartalmukat, apró tárgyak a kiáramló víztől mozgásba hozatnának, mi határozottan nem észlelhető, Stein méltán jegyzi meg, hogy, ha még valamely nagyobb kerékállatka, pl. a Hydatina Senta összehuzódó hólyagából kilövelt víz sem idéz elő a kloaka környezetében áramlást, — már pedig itt a hólyag tartalmának kifelé való ürülése semmi kétséget sem szenvedhet, — sokkal kevésbbé várható ez a véglények lüktető űröcskéjének kiürülése alatt.[1] Minden kétséget kizáró határozottsággal szól a lüktető űröcskéknek systole alatt való kifelé ürülése mellett Engelmann-nak azon megfigyelése, melyet egy új *Chilodon*-fajról, melyet jellemzően *Chilodon propellensnek* nevez, közzé tett. Ezen ázalékállatka egyetlen hátsó testvégi űröcskéjének mintegy 1/2 percznyi időközökben egymást követő systolei alatt egy-egy lökéssel előre lódul, mely tünemény hasonlólag, mint a *Medusák* és *Salpák,* vagy a *Leptodiscus medusoides* lüktető haladása, csakis a kilövelt víznek a testre ható visszalökéséből magyarázható.

Mindezen észleletek teljesen kizárják annak lehetőségét, hogy az űröcskék szívnek felelnek meg. Stein nagy monográfiája első részének megjelenése óta a Wiegmann-tól származó felfogást tényleg egészen el is ejtették, és Fromentel a Claparède és Lachmann tanulmányainak megjelenése után közzé tett észleletek-nek teljes ignorálásával mondhatja csak: «La vésicule contractile est pour presque tous les observateurs actuels le coeur, le centre de la circulation chez les Microzoires.»[2] Hiszen maga Lachmann, ki Claparède-del kiadott nagy munkájában a lüktető űröcskét még szívnek tekintette, kevéssel halála előtt közzé tette, hogy a Discophora (Acineta) Ferrum equinummal közel rokon Discophora speciosánál egész határozottsággal («mit aller Entschiedenheit») meggyőződött arról, hogy a lüktető űröcske egy finom kivezető csatornán át kifelé nyílik.[3]

A férgek vízedényeiről a régi felfogás azt tanítja, hogy lélekző szervek, melyek váltakozva vizet vesznek fel s ürítenek ki; tehát mintegy a rovarok légcsöveinek vizből való lélekzésre szolgáló analogonait képviselik. Ezen felfogáshoz képest Schmiedt O. az ázalékállatkáknak a férgek vizedényeivel egyenértékű lüktető űröcskéit is váltakozva vizet felvevő s kiürítő lélekző szerveknek tekintette. Minthogy azonban Leydig kimutatta, hogy a férgek vízedényei kívülről való vízfelvételre nem alkalmasak, hanem csupán a testűrben, vagy ennek hiányában a test parenchymájában összegyűlt víznek a vizedények lefutásában kiválasztott bomlási termékekkel együtt való kiürítésére szolgálnak, s a véglények lüktető űröcskéinek is ugyanezen feladatot tulajdonította, más részt pedig kívülről való vízfelvétel egyáltalában nem konstatáltatott: Stein és más búvárok teljesen elfogadták ezen felfogást s a véglények űröcskéit oly kiürítő szerveknek tekintik, melyek a bennök összegyűlt, bomlási termékeket tartalmazó vizet a véglény testéből kiküszöbölik. Hogy mik a kiürített bomlási termékek, ezt eddigelé közvetetlenül nem sikerült kimutatni; legnagyobb valószínüséggel állítható azonban mégis, hogy a kiürített anyagforgalmi termék a víz által abszorbeált légnemű anyag: az állati módon lélekző véglényeknél szénsav, a levélzölddel áthasonítóknál pedig éleny. E szerint világos, hogy a lüktető űröcskék a véglények lélekzésénél, — mit újabb időben különösen Zenker hangsúlyozott,[1] — minden esetre igen fontos szerepet játszanak s hogy bizonyos tekintetben igaza volt Spallanzani-nak s Dujardin-nek, kik a lüktető űröcs-kéket egyenesen lélekzőszerveknek tekintették. A véglények részint egész testfelületökkel, részint szájukon át folytonosan vizet vesznek fel, mely a plasmán végig áramolván, azt végig öntözvén, miután lélekzésre szolgáló légnemét szénsavval, illetőleg élenynyel cserélte ki, bizonyos, némely ázalékállatoknál közvetetlenül látható pályákon összegyűl a lüktető űröcskékben, melyek systoléjok alatt kiürítik. Könnyen belátható, hogy az űröcskéknek szaporán egymásra következő kiürülései a víznek a véglénybe való beáramlását mintegy beszivattyúzva elősegítik, s így az űröcskék lüktetései a víznek beszívárgását s kiáramlását szakadatlanúl fenntartják. A lüktető űröcskék azonban a véglények lélekzésével legszorosabb összefüggésben álló működésökön kívül, — melyet, mint említém, újabban különösen Zenker fejtett ki, — valószínűleg még mindazoknál, melyeknek anyagforgalma az állatoké-

[1] I. 88.

[2] Id. m. 43.

[3] Verhandl. des naturforsch. Vereins der preuss. Rheinlande. 16. p. 91. v. ö. Leuckart: Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während d. Jahres 1859. AN. 26. II. (1861) 247.

[1] Id. m. 338.

val megegyezik, oldott húgyalkatrészek kiürítésére is szolgálnak. Ez ellen csak látszólag szólhat azon körülmény, hogy a véglények testének bizonyos részeiben húgyalkatrészeknek tartható concrementumok válnak ki és halmozódnak fel, mivel vizedényrendszerrel biró számos féregnél is azt találjuk, hogy a vízedényrendszer legfínomabb ágaiban, vagy az ezeket körülvevő szövetekben a húgyalkatrészek kiválnak s felhalmazódnak. Ugyanígy képzelhetjük a húgyalkatrészeknek a véglények lüktető űröcskéjéhez vezető fínom járatok mentében való kiválását is. A véglények lüktető űröcskéinek s az ezekhez vezető pályáknak ezen kettős, lélekzés és húgykiválasztás körül forgó feladata bennfoglaltatik már Leydig-nek azon magyarázatában, melyet összehasonlító szövettani kézikönyvében a férgek vizedényeinek, melyekkel az ázalékállatkák űröcskéit a hozzájok vezető járatokkal azonosoknak tartja, élettani feladatáról kifejtett; s Haeckel, ki újabb időben ugyanezen felfogás mellett nyilatkozik, tévesen vallja azt saját, külön nézetének.[1]

Mivel a véglények lüktető űröcskéi vízkiürítésre szolgálnak, mindenesetre igen sajátságos jelenség az, hogy a beálló systole alatt egyes ázalékállatkáknál a már fennebb említett súgaras edények folyadékkal megtelnek. Ezen jelenséget Stein oly módon magyarázza, hogy felteszi, hogy az űröcskének nem egész tartalma ürül ki, hanem annak nagy része ugyanazon pályákon, melyek az űröcskékhez vezették, ismét visszanyomúl. Ennek ellenében Schwalbe kiemeli, hogy pontosabb vizsgálat útján meg lehet arról győződni, — mit különben már Lieberkühn is megemlített, — hogy a *Paramecium Aurelia* súgaras edényeinek megduzzadása nem a systoléval, hanem már a diastole vége felé veszi kezdetét, s e szerint szemlátomást nem a visszaszökellő folyadék dúzzasztja meg. Hogy systole alatt a sugarakba nem ömlik vissza a folyadék, — mondja Schwalbe,[2] könnyen megmagyarázható abból, hogy ezen irányban a netalán benyomuló vizet kettős ellentállás akadályozza; elsőben tudniillik azon nyomás, mely alatt a szájon át folytonosan új vízfölvétel útján szaporodó folyadék az ázalékállatka testében áll, továbbá pedig a sugarak falazatának összehúzódósága. Hogy ezen sugarak egész lefutásukban összehúzódhatnak, könnyen észlelhető. Mindkét momentum bőven elégséges arra, hogy a kihajtott folyadékot regurgitálni ne engedjék. Csak egy út áll a folyadék előtt nyitva s ez kifelé vezet. Ez alatt, mint már a korábbi búvárok is kiemelték, igen tisztán kivehető, hogy az űröcske belülről kifelé, a cuticula felé húzódik össze.

Schwalbe érvelése, úgy hiszem, hogy egészen szilárd alapokon nyugszik, s e szerint a lüktető űröcskék sugaras edényeit kizárólag a víznek a lüktető űröcskékbe való vezetésére szolgálóknak lehet tartanunk. Kétségkívül ugyanily feladatuk van a Stein leírta, csokor (Rosetta) alakban elhelyezett gömbölyüded, egyszerű nedvűröknek, melyek systole alatt számos csillószőrös ázalékállatkánál, ezeken kívül azonban még némely Flagellátnál és Rhizopódnál is az összeesett űröcske körül képződnek, t. i. a folyadékot összegyűjtik s a rovásukra ismét feldagadó űröcskének átadják. Nem különben ugyanazon czélra szolgál a Stein-től pontosan leirt azon hosszirányú csatorna, mely pl. a *Stentoroknál* a test hátsó végéből, számos más *Heterotrichnál* pedig a test mellső részéből vezet a lüktető űröcskéhez. Ugyanily hosszirányú csatorna szállítja Wrzesniowski vizsgálatai szerint a folyadékot az *Uroleptus Piscis* és *Loxophyllum Meleagris* űröcskéjéhez. A hosszirányú edények némely ázalékállatkánál az edény lefutási pályájában megjelenő cseppek összefolyása által jőnek létre, így nevezetesen, Stein vizsgálatai szerint,[1] a *Stylomichya Mytilusnál.*

A lüktető űröcskék vagy külön nyilással szájadzanak a véglény testfelületén, vagy pedig az alfelnyilás egyúttal vízkiürítő nyilásúl is szolgál. A *Vorticellaféléknél* az űröcske a garatba látszik ugyan ürülni, ezen ázalékállatkáknál azonban a garat mellső tág részébe az ú. n. *előcsarnokba (vestibulum)* nyilik az alfel is; s Wrzesniowski, — ki az ázalékállatkák űröcskéjének szájadzására vonatkozó eddigi meglehetős nagyszámú adatokat igen pontosan állította össze,[2] — kimutatta, hogy voltaképen ezeknél is az alfelnyilás szolgál a lüktető üröcske tartalmának kivezetésére. Még pedig némelyeknél, nevezetesen a Wrzesniowski-tól igen pontosan tanulmányozott *Ophrydium versatilénél,* az alfelnyilástól meglehetős távol fekvő ürücskétől egy hosszú kivezető edény szállítja az összehúzódott ürücske tartalmát az előcsarnokba nyiló alfelhez. Ily kivezető csővek a *Vorticellafélék* kivételével különben csak még néhány *Acineta-, Trachelius-* s *Enchelysféléknél* ismeretesek. Greeff a *Carchesium polypinum*

[1] Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. VII. (1873) 548.
[2] Id. m. 355.

[1] I. 89.
[2] ZWZ. XXIX, 311.

lüktető üröcskéje mellett még egy sajátságos, majd megduzzadó, majd lelohadó hólyagocskát fedezett fel, mely egész felületén apró egyenes pálczika-alakú testecskékkel van borítva, s úgy találja, bár erről határozottan meg nem győződhetett, hogy a rejtélyes feladatú hólyagocska mind a lüktető üröcskével, mind pedig az előcsarnokkal közlekedik.[1] Ugyanezen képletet Bütschli is feltalálta több *Vorticellaféléné1*, (*Carchesium polypinum, Vorticella nebulifera, V. monilata, V. citrina és V. sp.?*), míg másoknál állandóan hiányzik (*Vorticella microstoma, Epistylis plicatilis, E. flavicans, Opercularia articulata*).[2] Bütschli szerint ezen képlet, melyet *reservoir* névvel jelel, egy tömöttebb plasmaréteg által környezett üröcske, melynek öble a benne elágazó finom protoplazma gerendázattól szivacsos szerkezetet nyer, s Bütschli meggyőződött arról, hogy egyrészt az előcsarnokkal közlekedik, másrészt pedig a lüktető üröcskével, melynek systoléja alatt felduzzad. E szerint az üröcskéből kinyomott folyadék a reservoiron átszűrődve, jut az előcsarnokba, tehát megfelel az *Ophrydium* kivezető csatornájának; e mellett azonban igen lehetséges, hogy még bizonyos anyagok kiválasztására is szolgál. A Greeff találta pálczikaalakú testecskék talán húgyconcrementumok, valamint azon szerfelett parányi, erősen fénytörő pálczikaalakú testecskék is kivált húgyalkatrészek lehetnek, melyek Wrzesniowski szerint az *Ophrydium* kivezető csatornájának lefutásában fekszenek.

Valamint a lüktető üröcskék feladatáról, úgy szerkezetükről is eltérő volt a felfogás. Schmidt O., Carter, Müller János, Claparède és Lachmann a lüktető üröcskéket s az ezekhez vezető nedvjáratokat külön összehúzódó, hártyás fallal ellátott szerveknek, az üröcskéket tehát hólyagoknak, a járatokat pedig valódi edényeknek tekintik. Claparède és Lachmann szerint, az általok szívnek tekintett lüktető üröcskének önálló fala némely ázalékállatkánál egészen jól megkülönböztethető; ilyen nevezetesen az *Enchelyodon farctus*, melynél a hólyag falának vastagsága 0·0013 mm-t ér el.[3] Lieberkühn ellenben határozottan kiemeli, hogy egy ázalékállatkánál sem volt képes az üröcskét s edényeket körülvevő hártya jelenlétéről meggyőződni. Stein pedig, továbbá Schwalbe, Wrzesniowski s az újabb búvárok általában a Siebold-tól először kifejtett felfogásban osztozkodnak s azt különböző észleleti adatokkal támogatják. Mindezek szerint az üröcskék nem hólyagok, hanem a kéregplasmának külön burok nélküli üröcskéi, az edények pedig egyszerű járatok. Hogy az üröcskékhez vezető edényeknek önálló fala nincsen, ezt legmeggyőzőbben bizonyítja a *Stylonychia Mytilus* hosszedényének fellépése. — Ezen ázalékállatkánál ugyanis, mint fennebb említém, az edény lefutásában előbb egyes cseppek jelennek meg, melyek, csak miután a folyadéknak folytatólagos összegyülemlése következtében bizonyos terjedelmet értek el, folynak össze egy látszólagos edénybe. Hártya jelenléte ellen szól továbbá azon körülmény, hogy nagyobb edényekbe, így pl. mint Stein kiemeli, a *Stentorok* terjedelmes hosszedényébe, alkalmilag a bélplasmából egyes kívülről felvett testek, pl. elnyelt *Euglenák*, belenyomúlnak, mi, ha az edények külön hártyával bírnának, alig volna lehetséges. Valamint az edényekhez hasonló járatok, úgy a lüktető üröcskék körül sem sikerült újabb búvároknak sem közvetetlenül, sem kémlelő szerekkel való kezelés után külön hártyát megkülönböztetni. Schwalbe felemlíti, hogy a *Stentoroknál* diastole kezdetén az üröcskét környező protoplazmák néhány nyúlványa befelé nyúlik, a tágulás tovább haladása alatt pedig lassankint visszahúzódik; az egész azt a hatást teszi, mintha a kiürült üröcske összeesett falai összeragadnának, az összekötő protoplazma-fonalak pedig csak a diastole beálltával szakadoznának lassankint szét. Még határozottabban szólanak az üröcskék buroknélkülisége mellett Wrzesniowski-nak igen pontos vizsgálatai, melyek szerint az *Enchelysféléknél*, ezek között pedig még az *Enchelyodon farctusnál* is, melynél Claparède és Lachmann szerint a lüktető üröcske külön burka a legvilágosabban különböztethető meg, az üröcske a systole alatt kerületén csokorszerű elhelyezésben fellépő cseppeknek összefolyása, tehát az egyes cseppek között levő protoplazma-részletek szétszakadozása után jön létre, azaz minden diastole alatt mintegy újra képződik, mely észlelet egy külön burok jelenlétével semmikép sem egyeztethető meg. A *Trachelius Lamella, Phialina vermicularis* s *Nyctotherus condiformis* üröcskéjének egészen ily módon való létrejöttére alapította már Siebold is azon nézetét, hogy az üröcskék, nemkülönben az edények is, a protoplazmában kivájódó buroktalan hézagok,[1] mely felfogást az épen idézett búvárok

[1] Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. XXXVII. (1871) 205.

[2] Ueber Dendrocometes paradoxus, Stein, etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 63.

[3] I. 53.

[1] Lehrb. der vergl. Anatomie. 21.

vizsgálatai helyesnek bizonyították. Rossbach, a ki lüktető űröcskék élettani viszonyait puhatoló terjedelmes és fáradságos vizsgálataival oly kitünő érdemeket szerzett, a legnagyobb pontossággal végzett észleleteire támaszkodva, némileg kiegyenlíti, vagy legalább kisebbíti a kétféle nézet közötti nagy különbséget. Az üröcskéket s járatokat burkoló, külön hártya, szerinte, sincs meg ugyan, hanem igenis van összeállására nézve különböző határréteg. Ehhez képest kétféle üröcskéket különböztet meg: olyanokat, «melyeknek határoló sarcoderétege csak igen kevéssé van tömörülve, s az idegen folyadék eltávolodása után gyorsan kiegyenlítődik a többi sarcodéval (azaz vele összefoly); s olyanokat, melyeknek fala sokkal intenzivebb tömörülésű, úgy hogy a kiürülés és kezdődő megtelés közötti idő nem tart elég hosszasan, hogy, ha szabad úgy mondanom, a tömöttebb sarcodénak a test többi részének kevésbbé tömött sarcodéjától való oldását előidézze».[1] Az előbbi kategoriába tartoznak például az *Enchelys-*, az utóbbiba az *Oxytrichafélék* űröcskéi. Az űröcskék ritmusáról s lüktetéseik gyorsaságáról Rossbach dolgozatának megjelenése előtt csak egyes rövid adatok voltak ismeretesek. Hogy egyes véglényeknél az üröcskék szaporább, másoknál lassubb ritmusban lüktetnek, régóta ismeretes. Stein kiemeli, hogy a tengeri ázalékállatkák üröcskéi sokkal nagyobb időközökben lüktetnek, mint az édesvizieké;[2] ugyanezt tapasztaltam én a konyhasós tavak ázalékállatkáin s gyökérlábúin. Stein ezen jelenségnek okát abban keresi, hogy a sós viz tömöttségénél fogva, nehezebben szűrődik át a protoplazmán, mint az édes víz; én ellenben azon tényállásra támaszkodva, hogy a sós víztől abszorbeált levegő több élenyt tartalmaz, mint az édesvízben foglalt, sokkal inkább vagyok hajlandó azt tartani, hogy a sós vizeket lakó véglények a testükön átszűrődő víznek ritkább megújításával is beérik, s ehhez képest üröcskéik is ritkábban lüktetnek. Schwalbe úgy találja, hogy a lüktetések annál gyorsabbak, minél kisebbek az űröcskék s fordítva; két perczre a *Chilodon Cucullulusnál* 13—14, a *Paramecium Aurelianál* 10—11, a *Vorticella microstománál* 1—2 lüktetés esik. Az élenynek szénsavval történő kiszorítása kezdetben szaporítja, később lassítja a lüktetéseket; magasabb hőmérsékek alább szállítják a protoplazma izgathatóságát s ezzel kapcsolatban a lüktetések száma is csökken.[3]

[1] Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc. 20.
[2] I. 91.
[3] Ueber die contractilen Behälter etc. 161.

Ezen töredékes adatokkal szemben igen nagy fontosságot kell tulajdonítanunk Rossbach terjedelmes vizsgálatainak, melyek egyrészt az üröcskék lüktetési törvényeibe, másrészt pedig, — mivel az üröcskék összehúzódását, miként a véglénytest összes mozgásait a protoplazma végzi, — a protoplazmának izgathatósági törvényeibe is mélyebb bepillantást engednek s ennélfogva általánosabb érdekkel is birnak.[1]

Rossbach tervszerűleg keresztül vitt vizsgálataira édesvízi *Amoebákat* s néhány csillószőrös ázalékállatkát *(Euplotes Charon, Stylonychia pustulata, Chilodon Cucullulus, Vorticella sp.)* választott, s először is azt konstatálhatta, hogy az *Amoebák* üröcskéi szabálytalanúl, a csillószőrös ázalékállatkák üröcskéi ellenben egészen szabályos ritmusokban lüktetnek. Az *Amœbáknál* a protoplazmába zárt bármely rögöcskének az üröcske közelébe való nyomulása, vagy az *Amoebának* valamely idegen testtel való érintkezése elégséges ingert képez arra, hogy az üröcske bármikor összehúzódjék. Azonban ily kimutatható ingerek behatása nélkül is egészen szabálytalan a lüktetés; így az észlelésre használt három *Amœbánál* (*ABC*) 16° C. hőmérséknél egyik systolétól a másikig, következő számú másodpercz telt el:

A 97. 86. 154. 70. 81. 115. 90.
B 149. 103. 233. 131. 118.
C 100. 150. 135 150.

Egy negyediknél 20° C. mellett: 73. 526. 351.

Megjegyzendő, hogy a három utolsó *Amœba* ugyanazon fajhoz tartozott s az *A. verrucosával* látszott megegyezni.

Ezzel szemben a csillószőrös ázalékállatkák lüktető ritmusának nagy szabályosságát a két systole között lefolyt következő másodperczszámok adják:

Euplotes Charon: (16° C.), 31. 32. 33. 31. 31. 32.
Stylonychia pustulata (16° C.), 10. 9. 9. 10. 9.
Chilodon Cucullulus (15° C.), 5. 5.
« « (18° C.), 5. 5. 5. 5. 5. 5.
Vorticella sp. (17° C.), 9. 9. 8. 10. 9. 9. 9. 9.[2]

Ezen számadatokból látható, hogy az üröcskék lüktető gyorsasága különböző fajhoz tartozó ázalékállatkánál változik (ugyanazon fajnál s ugyanazon hőmérsék mellett azonban Rossbach állandónak találta); továbbá, hogy a lüktető gyorsaság ingadozása oly minimalis, hogy alig vehető számba, főleg ha a használt Mätzel-féle metronommal való még oly gyakor-

[1] Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc.
[2] Id. m. 26—39.

lott számlálásnál is elkerülhetlen hibákat tekintetbe veszszük.

A lüktető ritmus azonban csupán ugyanazon hőmérséknél s a véglénynek az általa lakott folyadékban való tartásánál változatlan; különböző fizikai és chemiai hatások ellenben oly ingereket képeznek, melyek a lüktető ritmust bizonyos törvények szerint lényegesen módosítják.

A hőmérsék módosító befolyása már az *Amœbáknak* szabálytalanúl lüktető űröcskéjén is felismerhető; csökkenésével az összehúzódásokat követő pauzák egyre növekednek s a lüktetések már + 5° C. mellett egészen megszünni látszanak. 25° felett az űröcskék az egész *Amœba*-testtel együtt megkisebbednek; 40° körül ellenben ismét megnagyobbodnak, de a hőmérséknek bekövetkező csökkenése után sem lüktetnek többé, jeléül annak, hogy az *Amœba* 40°-nál elhal.

Sokkal feltűnőbbek azon változások, melyeket a különböző hőmérsékek az ázalékállatkák szabályosan lüktető űröcskéinek ritmusában idéznek elő s Rossbach ezekre a következő érdekes törvényeket alapítja:[1]

1. A lüktető űröcske ritmikus mozgásainak gyorsasága a test hőmérsékével a legszorosabban összefügg, úgy, hogy ugyanazon ázalékállatkafajnak, normális körülmények között, egyenlő hőmérséknél, mindig egyenlő számú lüktetései vannak.

Ennélfogva a ritmikus összehúzódások számából biztos következtetést lehet vonni az azon pillanatbeli hőmérséki fokra. Egy ezen viszonyokra megvizsgált ázalékállatka a következő időre nézve a folyadéknak, melyben él, thermométere gyanánt szolgálhat.

A hőmérséknek tehát egészen határozott befolyása van azon folyamat intenzitására, mely által a ritmikus működés létre jő.

2. A ritmikus mozgás gyorsasága 4°C-tól kezdve 30°-ig egyre öregbedik.

3. A gyorsulás nagyobb 4-től 15°-ig, mint 15-től 30°-ig emelkedő hőmérséknél. Ennélfogva a 15° alá sülyedő hőmérsék a ritmikus összehúzódások számát sokkal nagyobb mértékben apasztja, mint a hogy a 15° fölé emelkedő hőmérsék szaporítja.

4. Egy bizonyos magas hőmérséki foktól (30—35°) kezdve nem gyorsabbodik többé a ritmikus tevékenység. Ezen hőmérséki fok pedig annál alantabban fekszik, minel nagyobb volt már alacsony hőmérséknél a ritmus gyorsasága.

[1] Id. m. 33.

5. Lassúbb ritmikus mozgás hőmérséki emelkedés által erősebben, gyorsabb ritmikus mozgás csekélyebb mértékben szaporodik, azaz: a szapora ritmikus mozgásnak gyorsaságát hőmérséki változások sokkal kevésbbé módosítják, mint a lassúét. Egy ázalékállatkát sem lehetett a hőmérsék fokozása által perczenként 20-nál (Vorticella) több lüktetésre izgatni.

6. 0° alatt és 42° felett az ázalékállatka életével együtt a ritmikus működés is megszünik.

7. A lüktetések számára nézve egészen közönbös, vajjon egy bizonyos hőmérséki fok hosszabb vagy rövidebb ideig hat —, vajjon a hőmérsék lassan, vagy sebesen fokoztatik-e. Ugyanazon hőmérsék akár 1 perczig, akár 1/2 napig érezteti hatását, mindig ugyanazon lüktetési számot eredményezi.

Egyéb fizikai és vegytani agensek közül az éleny elvonása hűdítőleg hat a kitáguló űröcskékre.

A folyadéknak indifferens anyagokkal való tömörítésére tetemesen megkissebbednek az űröcskék s a tömörítés fokával lépést tart lüktetéseik gyérülése.

Savak legkisebb adagai (s csak ezek vehetők számba, mivel a nagyobbak gyorsan megölik a véglényt) az egész testtel együtt a lüktető űröcskéket is megkisebbitik s a lüktetések számát mindjárt behatásuk kezdetén apasztják.

Alkaliák legkisebb adagaira kitágulnak az űröcskék s lüktetéseik egyre gyérűlnek.

Alkohol erős adagainál az űröcskék közepes tágulatokban megszünnek működni; közepes adagai kezdetben csupán alább szállítják az űröcskék lüktető gyorsaságát.

Alkaloidok közepes és kisebb adagai rendkívüli módon kitágítják a hűdött űröcskéket.

A villamosságnak közepes erejű áramainál az űröcskék háboritatlanúl folytatják rendes lüktetéseiket, bár az áram az egész testre s a csillószőrökre tetanizálóan hat.[1]

A mi már most azon kérdést illeti, hogy mi a lüktető űröcskék ritmikus összehúzódásainak alapoka, azaz mi azon inger, mely az űröcskéket lüktetésre indítja, erre nézve Rossbach vizsgálatai eredményeinek következő csoportosítása adhat feleletet.[2]

«A lüktető űröcskék ritmikus működésének létrejöttére éleny okvetetlenűl szükséges. Az összehúzódások szaporasága azonban ugyanaz marad, akár légköri

[1] Id. m. 57—59.
[2] Id. m. 70.

levegőben, akár tiszta élenyben élnek az ázalékállatkák. A környező közeg (víz) élenytartalmának apadása csökkenti az összehúzódások számát, teljes élenyhiány mellett egészen megszűnik az összehúzódhatóság. Csupán a hőmérsék emelkedése képes a ritmikus mozgásokat gyorsítani, melyeket minden más hatások (savak, alkáliak stb.) lassítanak, vagy megszüntetnek. Az összehúzódások száma épen úgy fogy akkor, ha a lüktető űröcskét a benne összegyűlő folyadék megkisebbíti, mint akkor, ha a folyadék megnagyobbítja.

Ebből látható, hogy sem az éleny jelenléte, sem annak hiánya, sem fölöslege, sem a benne való szűkölködés nem tekinthető a ritmikus tevékenység ingere gyanánt; valamint az is, hogy sem savak, sem egyéb anyagok, sem pedig a lüktető űröcskében összegyűlő folyadék feszülése nem szolgál ingerűl, hanem ellenkezőleg, mindezek hűdítőleg és gyengítőleg hatnak a ritmikus működésre.

Minthogy tehát az inger az éleny jelenléte mellett jő létre, maga az éleny azonban nem tekinthető inger gyanánt, s minthogy továbbá az inger csupán a hőmérsék emelkedésével lép fel gyorsabban és gyakoribb egymásutánban: a nehéz kérdések legalább egy részének megoldására a következő hipotézis szolgálhat.

A lüktető űröcskék ritmikus mozgásai a protoplazma élenyülési folyamatainak következményei.

Az összehúzódásokat feltételező és létrehozó ingert az élenyülési folyamat momentuma képezi.

Az élenyülés lehetősége első sorban magának a protoplazmának alkatától s benne foglalt élenyülésre képes anyagok mennyiségétől, továbbá a bevezetett élenymennyiség nagyságától függ.

A protoplazma élenyülési képességét fokozza a hőmérsék emelkedése, csökkenti alább szállása, egészen megszünteti az alkaloidok.

Az élenyfelvételt fokozza a hőmérsék emelkedése, kisebbíti apadása, valamint az endozmatikus folyamat változása.

Az élenyfelvételnek szaporodása csak akkor hathat a lüktetésekre gyorsítólag, ha a nagyobb mennyiségű éleny számára elegendő oxidálható anyag is van jelen.

A ritmikus mozgások gyorsaságát tehát, normális állapotban, az élenyülhető anyagoknak, valamint az élenynek mennyisége s a hőmérsék magassága eredményezi.

Minden élenyülés élenyülési terméket (savat) hoz létre; mihelyest ez képződött, megszűnik az inger.

Ezek szerint a ritmikus mozgásnak, a váltakozó összehúzódásnak s tágulásnak egymást szükségképen felváltó okát az élenyülés s az élenyülési termék képezi.

Rossbach vizsgálatait csupán az *Amoebákra* és csillószőrös ázalékállatkákra, tehát kizárólag állatok módjára táplálkozó véglényekre terjesztette ki, a növények módjára levélzölddel áthasonító *Flagellátokat* ellenben egészen figyelmen kívül hagyta. Kérdés, vajjon ez utóbbiaknál ugyanazon ingerek indítják-e meg a lüktető űröcskék ritmikus működését, mint amazoknál? Ezen kérdésre idevágó észleleti adatok hiányában határozott felelet alig adható; tekintetbe véve azonban a levélzöldet tartalmazó protoplazmának a színtelen, azaz levélzöld nélküli protoplazmával egészen ellenkező anyag s erő-cseréjét, mely végső elemzésben a kivülről felvett magasan élenyült szervetlen vegyületeknek eleven erők lekötése mellett való élenytelenítésében s a felszabadított éleny kiválasztásában áll: bizonyára fel nem tehető, hogy a levélzöldet tartalmazó protoplazma, ugyanazon ingerektől indittatva, végezné lüktetéseit; ellenben nagy valószínűség szól a mellett, — feltéve természetesen, hogy áll az, hogy a levélzöldet nem tartalmazó protoplazma ritmikus működésének ingerét az élenyülés s élenyülési termékek képezik, hogy a zöld Flagellatok űröcskéi az élenytelenülési folyamat s a felszabadult éleny ingerére lüktetnek.

Említettem már fennebb, hogy a levélzöldet tartalmazó *Flagellátokat* csaknem kivétel nélkül két űröcske jellemzi,* melyek az egy vagy több ostor alapján váltogatva lüktetnek. E két űröcske az *Euglenák* és *Chloropeltisfélék* családjába tartozó *Flagellátoknál* is, melyeknek Stein csupán egyetlen űröcskét tulajdonít, igen jól megkülönböztethető s meg is különböztette mindkettőt az *Euglenánál* már Claparède, s határozottabban Carter, csakhogy ezen búvárok az egyik űröcskét nem helyesen fogták fel; sőt magának Stein-nak leirása is valószínűvé teszi, hogy egy második űröcske is előfordúl, minek lehetőségét Stein sem zárja ki. Szükségesnek tartom e tárgyra — mint már fennebb jeleztem — visszatérni, mivel a két különböző feladatra szolgáló űröcske a *Flagellátok* egységes szerkezetének, valamint táplál-

* Kettőnél több űröcskét talált Cienkowski a *Hydrurus* s egy *Palmella*-faj rajzóinál (Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 422.

kozásának megértésére, felfogásom szerint, fontossággal bír.

Az *Euglenák* egyik üröcskéjét tudvalevőleg már EHRENBERG is megkülönböztette, csakhogy valódi értékét teljesen félreismerve, idegdúcznak tekintette. FOCKE, ki rajzaiban az *Euglenák* egyik üröcskéjének változó körvonalait igen jellemzően adta vissza,[1] daczára annak, hogy kiemeli,[2] hogy jóddal való kezelésre egészen eltünik, mégis EHRENBERG felfogásához ragaszkodva, idegdúcz (Markknoten) névvel jelöli.

LACHMANN kiemelvén, hogy CLAPARÈDE felfedezte az *Euglena Pleuronectes (Phacus Pleuronectes Duj.)* és *E. Acus* lüktető üröcskéjét, a következő megjegyzést leszi: «Az *Euglenáknál* az összehúzódó hely feltalálását ezen állatok mozgékonyságán kívül különösen még az is megnehezíti, hogy épen az EHRENBERG-től idegdúcznak tartott világos hely fölött, vagy szorosan e mellett fekszik».[3] Minthogy a lüktető üröcske mellett vagy felett fekvő idegdúcznak tartott szerv csakugyan megvan, s minthogy, mint előbb CARTER, utóbb STEIN is kimutatta, ez sem egyéb, mint lüktető üröcske: világos, hogy CLAPARÈDE-nek mindkét üröcskét látnia kellett.

CARTER-nek az *Euglena* üröcskéire vonatkozó vizsgálatait STEIN következőleg foglalja össze: «CARTER-t illeti azon érdem, hogy ezen képletben (t. i. az EHRENBERG és FOCKE-től idegducznak tartott szervben) egy összehúzódó üröcskét ismert fel. Kezdetben csak a különböző egyéneknél változó alakja és nagysága tünt fel, később azonban lassankinti, de sohasem teljes kiürüléseit is megfigyelte. Pontosabb megfigyelést csak a pihenő, gömbbé húzódott s betokozásra készülő vagy oly, már betokozódott *Euglenákon* lehetett végezni, melyek felpukkantott tokjukból kiszorítva, lehetőleg laposra nyomattak. Ezen esetben a tulajdonképi lüktető üröcske mellett egy ezzel összeköttetésben álló *melléküröcske (sinus)* látható, mely folyadékkal lassankint megtelvén, igen jelentékenyen kitágúl, azután pedig tartalmát a főüröcskébe ömleszti, mitől ez duzzadásig megtelik, míg a melléküröcske eredeti térfogatára zsugorodva, igen parányi hólyagocskának látszik. Erre a melléküröcske újra telni kezd s minél inkább halad duzzadása, annál nagyobb a nyomása a főüröcskére; ettől ennek tartalma legnagyobb részt kiürittetik, hogy aztán a kiürülő melléküröcskétől csakhamar ismét megtöltessék.»[1]

[1] Physiologische Studien. II. H. 1854. Taf. IV.

[2] p. 60. a 23. ábra magyarázó szövege.

[3] Ueber die Organisation der Infusorien. AAP. (1856) 369.

STEIN vizsgálatai szerint az *Euglenák* egyetlen üröcskéje a garattal áll összefüggésben. Ez utóbb említett szervet, t. i. a garatot, MARREN ugyan már 1843-ban fedezte fel az *Euglena sangvineánál*,[2] mindenesetre azonban STEIN-t illeti azon érdem, hogy ezen morfológiai tekintetben igen nagy fontosságú szerv előfordulását az összes *Euglenáknál* és számos más zöld *Flagellátnál* kimutatta s pontosan és híven ábrázolta. A nyilás, melylyel az *Euglenák* garatja a külvilággal közlekedik, tehát a száj, kisded kerek lyuk, mely a többnyire egyetlen, ritkán két ostor alapján a test mellső, azaz haladás alatt előre irányúló végén foglal helyet, azonban csak ritkán épen a csúcson, pl. az *Euglena viridis-* és *E. desesnél*, rendesen kissé oldalra szorítva, s az *Euglenának* oldalról való tekintésénél kis kicsípett mélyedésnek látszik, melyet kiduzzadó felső és alsó ajak határol; ezen ajkak közötti kis mélyedést már a régibb buvárok, így EHRENBERG és DUJARDIN is ismerték s jellemzően rajzolták, sőt EHRENBERG azon gyanításnak is adott kifejezést, hogy itt keresendő a szájnyilás.[3] A szájnyilás egy befelé elkeskenyedő *S*-alakúan hajlott kürtszerű garatba vezet, mely a betüremlő cuticulával van bevonva, s nem tekintve azt, hogy csillószőrökkel borítva nincsen, s hogy sokkal szűkebb és finomabb, megegyezik számos csillószőrös ázalékállatka (pl. a *Vorticellafélék, Parameciumok, Colpoda, Colpidium* stb.) kürtalakú garatjával. Ha ezen, STEIN-tól igen pontosan s híven rajzolt szervet, már egyszer valamely nagyobb *Euglenánál*, pl. az EHRENBERG által *Amblyophis viridisnek* nevezett aránylag óriási testű s lomhán mozgó alaknál, vagy az *Euglena Oxyuris* és *Phacus Pleuronectes* nagy példányainál felismerhetjük, könnyen megtalálhatjuk a kisebb alakoknál is. STEIN szerint az egyetlen lüktető üröcske ezen garatnak belső, elmosódott körvonalú végével áll egy finom vezeték által összeköttetésben s e szerint mintegy kocsányon látszik lógni. «*Az üröcske* — mondja STEIN[4] — *majd felduzzadt, majd kisebb térfogatra húzódott össze, néha szabálytalan karéjos alakot öltött, végre azonban el-*

[1] III. p. 144. CARTER, Annals of. natur. History. vol. 20. (1857) 34—35.

[2] Recherches sur la rubréfaction des eaux. Nouv. Memoires de l'Acad. roy. du Bruxelles. v. ö. STEIN III. p. 66.

[3] Infusionsthierchen. 100.

[4] III. 144.

enyészett a garattal való összeköttetése s erre ismét egy közönséges űröcskévé gömbölyödött. Melléküröcskét mindeddig nem tudtam találni; ha ilyen van, úgy egyenesen ez tartandó a tulajdonképeni lüktető űröcskének. — Ezen és sok hasonló észleletből az Euglenák és a rokon Flagellátok űröcskéjének kettős feladatára következtetek. Egy részt ugyanis a szájon s garaton át beömlő folyékony táplálékot fogja felvenni s habár tökéletlen összehuzódásai útján a környező testállományba nyomni, más részt azonban a testűrből (helyesebben testállományból) összeszivárgó folyadékot az ellenkező úton kifelé szállítani.»

Úgy hiszem, nem szorúl hosszas érvelésre, hogy az *Euglenák* és rokon *Flagellátok* űröcskéjének a STEIN felfogása szerint való kettős és pedig egészen ellentétes működése alig képzelhető; STEIN szemlátomást maga legjobban érezte ezt s ezért nem zárta ki a CARTER-féle melléküröcske jelenlétének lehetőségét, melyet, ha csakugyan megvan, hajlandó a tulajdonképi lüktető, azaz ürítő űröcskének tekinteni, míg a garat belső végével összefüggő űröcske ez esetben természetesen csak víznek a *Flagellát* testébe való vezetésére szolgálhatna. Hosszas és ismételve végezett vizsgálatokra támaszkodva, határozottan vélem állíthatni, hogy az *Euglenáknak, Phacusoknak* s más rokon zöld *Flagellátoknak* csakugyan két űröcskéjök van: az egyik, melyet STEIN igen pontosan leirt, a garat alsó végével áll összefüggésben s kizárólag arra szolgál, hogy a garaton át beáramló vizet lomha összehúzódásai alatt, mi közben egészen soha sem ürűl ki, a protoplazmába nyomja, melyben közvetetlenűl ki nem vehető pályákon terjed el; a másik ellenben, CARTER melléküröcskéje, EHRENBERG idegducza, melynek jelenlétét CLAPARÈDE is megerősíti, a garat lefutásának mintegy közepe táján, vagy még valamivel feljebb foglal helyet, s tényleg ez felel meg a csillószőrös ázalékállatkák lüktető űröcskéjének. Az *Euglenák* mindkét űröcskéje a kéregrétegben fekszik ugyan, de ellenkező oldalon, úgy hogy a lencserendszernek a felületre való beállításánál csak az egyik látszik, a mikrométercsavarnak gyenge fel- és lecsavarásakor pedig a két űröcske egy csaló képpé foly össze, mintha csupán egy űröcske lenne, melynek a másik csupán karéjszerű kiöblösödését képezi. Kétségkívül ily csalókép után rajzolta STEIN a *Phacus Pleuronectes* űröcskéjét karéjos űrnek,[1] melynek körvonalai egészen hívek, csakhogy a felső öböl csak látszólag van az alsóval összekötve; tényleg egy külön űröcskének, a tulajdonképi lüktető űröcskének felel ez meg, melyet az egyik ábrán (64) csakugyan STEIN is az alsótól elválva rajzol. A lapított testű *Phacus Pleuronectes* épen a legalkalmasabb a két űröcske tanulmányozására. Ezen *Flagellát* kissé feldomborodó lapjának, melyet hátoldalnak nevezhetünk, hosszirányú középvonalából éles taraj emelkedik ki, mi által a test jobb és bal félre oszlik, s igen jól kivehető, hogy a garat alapján a hasoldalon van az egyik, a garat közepe táján pedig, a hátoldalon, a másik űröcske. Ha ezen, az oldalt álló szemfolt által jelelt tulajdonképi lüktető űröcskének működését figyelemmel kisérjük, mi a lomhább mozgású nagyobb *Euglenáknál* s a *Phacusoknál,* melyek gyakran huzamosabb ideig vesztegelnek mozdulatlanúl egy helyen, épen nem jár nehézségekkel, meggyőződhetünk, hogy szabályos időközökben teljesen összehuzódik s ismét megtelik, s hogy systoléja alkalmával tartalmát egy szerfelett vékony, de a nagyobb *Euglenáknál* gyakran igen világosan megkülönböztethető, résszerű járaton át a garat szájvégi részébe üríti, hol a járatot elfogadó s a garat cuticuláját átfúró ürítőnyílás kerek körvonala igen élesen látható. A nagy *Euglena sangvineanál* a lüktető űröcske körületében a systole kezdetekor csokorszerű öblök jelennek meg, épen olyanok, mint számos csillószőrös ázalékállatkánál. Gömbbé húzódott *Euglenáknál* három űröcskét lehet megkülönböztetni; ezek közül az egyik, a víz bevezetésére szolgáló, a másik kettőnél kisebb s a szemfolttal jelelt űröcske systoléja alatt telik meg, azután pedig amannak diastoléja alatt eltünik, kétség kívül nem egyéb, mint az előbb említett kivezető járat, mely az összegömbölyüdéskor, midőn az Euglena hossztengelye irányában megrövidűl, széthúzódik s egy melléküröcskévé tágúl. Ismeretes, hogy a fedőlemez alatt meg nem újított, tehát kiélt s bomlási termékekkel fertőzött cseppben hosszasan tartott véglények űröcskéi egyre lomhábban működnek s végre egészen kitágulva, megszünnek lüktetni; ez észlelhető az *Euglenákon* s *Phacusokon* is, melyeknek garatvégi és szemfolt melletti űröcskéje ily körűlmények között megszűnik lüktetni, az utóbbinak kivezető járata pedig szintén egy gömbölyüded űröcskévé tágul s ekkor a három űröcske három öböllel ellátott egyetlen űröcskének tartható, minőt STEIN rajzol a *Phacus Pleuronectesnél.*[1]

Az előadottak szerint, melyek STEIN vizsgálatait részben módosítják, részben kiegészítik, a CARTER és

[1] III. Taf. XIX. fig. 58. 59. 60. 63. 94.

[1] III. Taf. XIX. fig. 60. 64.

Stein leirásai közötti eltérést némileg kiegyenlítik, az *Euglenák* és *Phacusok,* nemkülönben mindazon zöld *Flagellátok,* melyeket Stein az *Euglena* és *Chloropeltisfélék* családjába foglal, egy kürtszerű garattal vannak ellátva, mely folytonosan vizet vezet a belső végén levő űröcskébe, melyet Stein és Carter egyaránt megkülönböztetett; ezen űröcske, melyet működésének kiemelésére *nyeldeklő űröcskének* akarok nevezni, megtelvén, tartalmát a protoplazmába nyomja, mit már Stein is felismert. A *tulajdonképi lüktető űröcske* feljebb, a szemfolt mellett foglal helyet; ez az, melyet Carter melléküröcskének nevezett s melyről Stein, ha előfordulása bebizonyodnék, felteszi, hogy a valódi lüktető űröcske; tényleg az is, mely a benne összegyűlő folyadékot egy finom, alkalmilag melléküröcskévé táguló járaton át kis kerek nyiláson a garat felső részébe üríti, mely tehát folyadék bevezetésére s kiürítésére szolgáló csarnokot képez. E szerint az ellenkező működésű űröcske közvetítésével a folyadék a szóban forgó *Flagellátok* testét szabályos és állandó áramokban járja át: a nyeldeklő űröcske a garaton beömlő vizet a protoplazmába szorítja, s ez a testen végig szűrődve s tápláló légnemét bomlási légnemmel cserélve fel, végre a lüktető űröcskébe gyűl össze, mely azt kihajtja.

Nem tehetem, hogy e helyen ki ne emeljem azon meglepő megegyezést, mely a moszatoktól, nevezetesen a Palmellaceáktól oly nehezen elválasztható *Euglenák*- s a csillószőrös ázalékállatkáknak Stein szerint legmagasabb képviselői, a *Vorticellafélék* garatja s lüktető űröcskéje között szerkezet és elhelyezés tekintetében megvan. A *Vorticellafélék* (melyekhez az *Ophyridium*- és *Urceolariafélék* is számíthatók) kürtalakú garatjának aláfelé elszűkülő része, melyet a szerzők *garatnak, nyelőcsőnek vagy bárzsingnak (pharynx, oesophagus)* neveznek, egy orsó- vagy czitromalakú *űrbe* nyilik, mely teljesen megfelel az Euglenák nyeldeklő űröcskéjének s a garaton át felvett tartalmát ritmikus összehúzódásaival tova szállítja, még pedig nem láthatatlan pályákon, hanem a nagyobb Vorticellaféléknél, — miként Greeff [1] és Wrzesniowski [2] vizsgálatai útján ismeretes, — egy igen jól kivehető ívelt, finom, résszerű járaton át, mely a nyeldeklő tartalmát a kéregplasmából a bélplasmába szállítja. A lüktető űröcske a *Vorticellaféléknél* is a garat mellett foglal helyet s tartalmát vagy közvetetlenül, vagy egy finom járat, vagy egy melléküröcskévé táguló öböl közvetítése által juttatja a garatnak legmellső, előcsarnoknak nevezett részébe. Az ezen berendezésnél mutatkozó alaktani különbségek alárendelt értéküek, s részint egyszerűen a nagyságra, részint az elkülönülés fokára szorítkoznak, mely magasabb a *Vorticellaféléknél,* mint az *Euglenáknál;* a garat és nyeldeklő űröcske feladata ellenben ugyanazon mértékben tér el egymástól, a mily mértékben különbözik a levélzölddel áthasonító *Euglenák* táplálkozása a *Vorticellafélékétől.* Az *Euglenák* ugyanis csupán vizet nyelnek, a *Vorticellafélék* ellenben vízzel együtt szerves táplálékot is, a lüktető űröcskének ürítő nyilása pedig egyúttal az emésztésre nem alkalmas táplálék alkatrészeknek kivezetésére is szolgál.

A táplálék felvételére s megemésztésére való elkülönülések.

A sokgyomrú emésztőkészülék tana, minthogy tarthatatlanságát Dujardin, Meyen és Siebold kimutatta, az újabb búvárok között nem akadt többé követőkre, csak maga Ehrenberg kísértette meg még egyszer, életének alkonyán tekintélyének egész súlyával, védelmére szállani.[1] Ehrenberg ezen felszólalásában, melyben az újabb búvárlatok értékéről sértő kicsinyléssel nyilatkozik, egyetlen új észleletet sem közöl, hanem egyszerűen beéri avval, hogy régi készítményeit előkeresve, a 27 év előtt üvegre szárított ázalékállatkákon fantáziájával ugyanazon sokgyomrú emésztőkészüléket rekonstruálja, melynek létéhez 1830 óta jobb ügyhez méltó szívóssággal ragaszkodott. Az ily készítmények, melyeknél az ázalékállatkának eltorzúlva összeszáradt testébe a részletek javát bele kell képzelni, a szubjektiv felfogás sikamlós lejtőjére vezetnek, s voltaképen mitsem bizonyítanak; mert, mint a fantázia szeszélyes játéka kinek-kinek pillanatnyi kedélyhangulatához képest más és más képeket varázsol a föllegekbe: épen úgy áll a dolog az ázalékállatkáknak beszárítás útján előállított ködképeivel is. S ha Stein mégis szükségesnek tartotta Ehrenberg felszólalását alapos és hosszas érveléssel

[1] Untersuchungen über die Naturgesch. der Vorticellen, AN. XXXVII. (1871) I. 200.

[2] Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 303.

[1] Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisationspräparate des mikroskopischen Lebens. Abhandl. der Berliner Akad. der Wissensch. aus dem Jahre 1862. p. 39—74. Mit 3 Kupfertafeln.

megczáfolni s visszaútasítani,[1] bizonyára nem annyira a felszólalásban foglalt elavult tanok újabb czáfolást igénylő természetét, mint inkább a felszólaló nevének nagy tekintélyét tartotta szem előtt.

A sokgyomrú emésztőkészülék feletti vita ezzel véglegesen befejeztetett ugyan, hanem azért a DUJARDIN, MEYEN és SIEBOLD felállította nézetet, bár hozzá STEIN-nel együtt a búvárok legnagyobb része csatlakozott, általánosan mégsem fogadták el.

Bármennyire térjenek is el egymástól a véglényeknek táplálkozási szerveire vonatkozó nézetek, abban valamennyi búvár egyetért, hogy az emésztést a testnek szemecskés állománya végezi; oly véglényeknél tehát, melyeknél tömöttebb összeállású, nem szemecskés kéregréteg s ezt borító cuticula nincsen elkülönűlve, a testnek minden része egyaránt alkalmas a táplálék felvételére s megemésztésére. Legszebb példa gyanánt említhetők itt fel a *Polythalamiumok*, melyek likacsos héjukból messze kinyújtható, élénk szemecskeáramlással kitünő állábaiknak a zsákmány körül összeolvadó állományában emésztenek s hasonítanak át; más gyökérlábúak ellenben, mint pl. a *Heliozoumok*, felületük bármely pontján képződő, ideiglenes szájnyiláson veszik be táplálékukat s az emésztésre nem alkalmas részeket szintén egy-egy pillanatra kihasadó ideiglenes alfelen át ürítik ki.

Arra nézve sincs eltérő nézet, hogy a *Gregarinák* s a csillószőrös ázalékállatkák közűl az élősdi férgek módjára táplálkozók, egész testfelületökkel szívják fel táplálékukat.

Mindazon szilárd táplálékokat felvevő véglényeknél, melyeknél tömörebb összeállású összehúzódó, s gyakran cuticulával borított kéregréteg a pépszerű, szemecskés belső állománytól el van különűlve, mint a gyökérlábúak egy részénél, a *Noctilucáknál, Flagellátoknál* s *csillószőrös ázalékállatkáknál*, a kéregrétegen behatolt táplálékalkatrészek az utóbbi állományban emésztetnek meg. Erre nézve sem térnek el a vélemények; maga a véglény emésztő belseje ellenben lényegesen eltérő magyarázatban részesült.

Már azon két első búvárnak, ki EHRENBERG sokgyomrú bélkészülékét visszautasította, eltérő volt felfogása. Míg ugyanis DUJARDIN a véglények belső állományát a tömöttebb kéregrétegbe határ nélkül átmenő folyékonyabb sarcodénak tartotta, addig MEYEN az ázalékállatkák testét, — mint azon időben a növénysejteket, melyekkel ő hasonlította össze legelőször, — hólyagnak, tömlőnek tekintette, melynek belső űre nyálkás, kocsonyás állománynyal van kitöltve.[1] A DUJARDIN-féle felfogáshoz csatlakozott SIEBOLD, STEIN s az újabb búvároknak legnagyobb része, míg COHN, LACHMANN, majd CLAPARÈDE is, továbbá CARTER, LIEBERKÜHN, SCHMIDT OSZKÁR a MEYEN felfogásában osztoztak s ugyanehhez tért ismét vissza újabb időben GREEFF.

A MEYEN-féle felfogást határozottabb alakban COHN,[2] majd LACHMANN fejtette ki; [3] ez utóbbi szerint az ázalékállatkák testét csupán a kéregréteg képezi, mely egy terjedelmes emésztőűrt, azaz gyomrot zár körül, ennek szemecskés, félig folyékony s gyakran élénk keringésben levő tartalma pedig nem lehet egyéb, mint táplálékpép, chymus. CLAPARÈDE ezen felfogást teljesen magáévá tette s LACHMANN-nal együtt kiadott nagy munkájában a *csillószőrös ázalékállatkákon* kívül kiterjesztette a *Flagellátok* szájjal s garattal ellátott képviselőire, nemkülönben a *gyökérlábúak* között az *Amoebákra*. Könnyen belátható, hogy ezen felfogásnak, az egysejtűség tanának határozott elvetésével való kapcsolatban, szükségképen oda kellett vezetni a konzekvens búvárokat, hogy, mint már fennebb említettem, kimondják, hogy a véglények szervezete lényegében megegyezik az űrbelűekével s e szerint ezen állatkör egy alcsoportjának képviselői gyanánt tekintendők.[4]

Némely csillószőrös ázalékállatka azonban, nevezetesen a *Trachelius Ovum* és *Loxodes Rostrum*, CLAPARÈDE és LACHMANN szerint nem egyetlen tágas emésztőűrrel bír, hanem hártyával borított, elágazó valóságos bölcsővel, melyet falaitól víztiszta folyadékkal teli terjedelmes űr választ el.[5] — CLAPARÈDE egy későbbi dolgozatában alkalmilag még megjegyzi, hogy a *Trachelius Ovum* félreismerhetetlenűl közvetítő kapcsot képez az ázalékállatkák s az elágozóbelű örvénykék (Turbellaria dendrocoela) között, épen úgy, valamint más ázalékállatkák átmenetet képeznek az egyenesbelű örvénykékhez (T. rhabdocoela).[6] E szerint tehát az ázalékállatkák, örvénykék

[1] II. p. 33—40,

[1] Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1839) 75.

[2] Cohn. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 267.

[3] Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 358—59.

[4] Études I. 59.

[5] I. 33.

[6] Beobachtungen über Anatomie und Entwickelungsge-

s űrbelűek egymással szoros rokonsági kapcsolatban állanának, mit újabb búvárlatok legkevésbbé sem erősítettek meg. Az ázalékállatkák s örvénykék közötti megegyezés is csakis arra szorítkozik, hogy, mint ULYANIN és GRAFF állítják,[1] az örvénykék egy részénél (Acæla, Ulyanin) a bélcső egészen hiányzik s a táplálék a kisded szájnyiláson át egy űröcskékben és zsírcseppekben gazdag lágy állományba jut; ezen tényállásból azonban, felfogásom szerint, GRAFF, miként előtte CLAPARÈDE, jogtalanúl vonja azon következtetést, hogy az ázalékállatkák és örvénykék közel rokonságban állanak, mivel az utóbbiak testüknek szövetekből való összetétele által az előbbiektől igen lényegesen különböznek; s GRAFF-nak egy rövid megjegyzéséből arra lehet következtetnünk, hogy ezen lényeges különbség az ázalékállatkák s bélnélküli örvénykék bélállománya (Marksubstanz) között is megvan. GRAFF ugyanis azt mondja, hogy a Schizoprora venenosa bélállományának egyes darabjai az örvényke testének szétszakgatása után amoebaszerű mozgásokat mutattak, miből az a következtetés vonható, hogy a bélnélküli örvénykék bélállománya amoebaszerű sejtekből van összetéve, míg az ázalékállatkáké egynemű sarcodéból áll, melynek szétszakgatás útján izolált darabjai amoebaszerű mozgások végzésére nem képesek.

Igen nagy határozottsággal nyilatkozott a LACHMANN- s CLAPARÈDE-féle felfogás mellett, miután az STEIN két monografiájának megjelenése óta jórészt elejtetett, újabb időben GREEFF RICHARD; szerinte az ázalékállatkák testűre a szó szoros értelmében *gastrovascular-űr*, mely az emésztés és keringés munkáját épen oly módon végezi, mint az űrbelűeknél, tartalmát pedig részint emésztés alatt álló, részint már folyósított tápszerek híganfolyó pépje, azaz chymus képezi, mely új tápléknak és víznek a szájon való bevitele s az áthasonításra nem alkalmas anyagoknak alfelnyiláson át történő kiürítése következtében folytonos változás alatt áll.[2]

Azon okok, melyeket STEIN a LACHMANN és CLAPARÈDE emésztőűrről szóló tanának czáfolására felsorolt,[3] teljesen elégségesek a GREEFF által megújított tannak megczáfolására is. Testűrről nem lehet ott szó, hol a test tömöttebb kéregrétege minden határvonal nélkül elmosódva megy át a bélállományba, mely, nem tekintve hígabb összeállását, kémszerek iránt egészen úgy viseli magát, mint a kéregréteg. Ha az ázalékállatkák csakugyan chymus-szal telt testűrt zárnának magukban, kétségkívül az volna várható, hogy az ázalékállatka testének megsértésére a chymus kifoly, s a testűr láthatóvá válik. Ha azonban kisérlet kedvéért valamely nagyobb ázalékállatkát, pl. egy Stylonychiát kettémetszünk, meggyőződhetünk, hogy a metsző lap hosszú ideig változatlanúl marad s egyetlen csepp chymus sem foly ki. Mint a testűr jelenléte ellen szóló fontos érvet felemlíthetjük még, hogy a szájnélküli *Opalinafélék*, *Acinetafélék* és *Gregarinák* belseje ép olyan pépszerű állományból áll, mint a szájjal ellátott véglényeké; már pedig ezeknél, mivel nem vesznek fel emésztést igénylő táplálékot, bizonyára nem lehet szó chymusról.

Mindezekből azon következtetést vonhatjuk, hogy a véglények legtöbbjének belsejét képező hígabb szemecskés állomány nem egy külön testűrt kitöltő chymus, hanem, mint már DUJARDIN s utána SIEBOLD tanította, a véglények testét képező sarcodénak, azaz: protoplazmának azon hígabb belső része, melyet a tömöttebb külső réteget képező kéregplasmától való megkülönböztetésül, már fennebb bélplasmának neveztünk, s mely az emésztő véglényeknél természetesen a chymust is magában foglalja, a mennyiben az emésztés, a chymifikátió benne megy véghez; ezért azonban chymus névvel ép oly kevéssé jelölhető, mint a szöveti sejtek bélplasmája, hacsak nem akarunk — a bennfoglalt rész elnevezését az egészre alkalmazva — synekdochéval élni.

A mi a *Trachelius Ovum-* és *Loxodes Rostrumnál* állítólag előforduló elágazó belet illeti, újabb vizsgálatok szerint egyszerű protoplazmagerendázat ez, minő pl. a gyorsan növő növénysejteknél oly gyakori, s melylyel egészen megegyező, víztiszta űrök által elválasztott; elágazó protoplazmagerendázat a Noctilucáknál is régóta ismeretes, s egészen helyesen értelmeztetett.[1]

Miután már azt hihettük, hogy a véglények belének előfordulása szóba sem jöhet többé, legújabb

schichte wirbelloser Thiere an der Küste Normandie angestellt. Mit 18. Kupfertafeln. Leipzig 1863. 14.

[1] Kurze Berichte über fortgesetzte Turbellarien-Studien. ZWZ. XXX. Supplem. (1878) 463.

[2] Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. 37. Jahrg. I. B. (1871) 191—192.

[3] I. p. 58—60.

[1] STEIN. I. p. 83. GEGENBAUR. Grundzüge der vergl. Anat. II. Aufl. (1870) 103. O. SCHMIDT. Handb. der vergl. Anat. VI. Aufl. (1872) 85. HAECKEL, Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. VII. B. 4. H. (1873) 546.

időben két búvár ismét a legnagyobb határozottsággal emelt szót az ázalékállatkák belének előfordulása mellett. Ezeknek egyike, Balbiani, a *Didinium nasutumnak* tulajdonít belet,[1] Fromentel pedig az összes csillószőrös ázalékállatkáknak, sőt hajlandó még a *Flagellátok-* és *Amoebáknak* is belet tulajdonítani.[2]

Fromentel, — ki az összes *csillószőrös ázalékállatkákra, Flagellátokra, Schyzomycetekre* és *Amoebákra* kiterjedő nagyszabású munkája kidolgozásánál Jobard-Muteau urhölgy becses részleteinek daczára, egészben mégis csak dilettánsszerű vizsgálatain kívül csupán a Claparède és Lachmann tanulmányaiban foglalt adatokra támaszkodik, a legtekintélyesebb újabb búvárok vizsgálatait pedig, így nevezetesen még Stein-éit sem veszi kellőleg figyelembe, — abból indúl ki, hogy még Claparède és Lachmann is kénytelenek voltak a *Trachelius Ovum-* és *Loxodes Rostrumnál* a bélcsatorna jelenlétét elismerni; s legkevésbbé sem törődve avval, hogy ezen állítólagos elágazó bélcsatorna valódi értékét már régen kimutatták, s daczára annak, hogy ő maga, saját szavai szerint,[3] ily elágazó bélcsatornát soha sem látott, mégis ezen egészen hamis adatból indúl ki általánosításánál.

Mai nap, — mondja Fromentel,[4] — midőn a *Microzoumok* bélrendszerének leghatározottabb ellenzői is kénytelenek, részint okoskodás, részint direkt észlelések következtében, elismerni, hogy egy külön hártyával ellátott bélkészülék van, nem marad egyéb hátra, mint hogy ezen szervnek természetét s a különböző *Microzoumoknál* való berendezését vizsgáljuk.

Különös okoskodás! Claparède és Lachmann a *Trachelius Ovum-* és *Loxodes Rostrumnak* külön hártyával burkolt elágazó bélcsatornát tulajdonítanak, míg a többi ázalékállatkáknak szerintük nincs bélcsatornájuk, hanem emésztésük a terjedelmes testűrben megy véghez; Fromentel maga nem talált ily elágazó bélcsatornát, s mégis erre alapítja azon állítását, hogy a véglények bírnak bélcsatornával!

Az ázalékállatkák bélcsője, — folytatja Fromentel, — majd egyenesen a szájból, majd az oesophagus alsó végéből indúl ki, s miután az állat testében többé-kevésbbé hosszú, öblözetes útat futott meg, az alfelnyilással végződik, s egy igen átlátszó, kitünő mértékben rugalmas, finom hártyától képeztetik. Ezen hártyát teljesen körülburkolja azon lágy, átlátszó, igen sűrű mézgaoldathoz hasonló állomány, melyet Dujardin sarcodénak nevezett. Ezen állomány, mely az ázalékállatkáknál a magasabb állatok sejtszövetét helyettesíti, azon közeg, mely az emésztés, keringés és szaporodás összes szerveit magában foglalja; ez az, mely a belső szervek között levő minden hézagot kitölt s melyet az izomrostocskákat tartalmazó cuticula borít.

A bélcső általános alakja változik a különböző *Microzoumoknál;* néha tág *hasadék* alakjában (sous l'aspect d'une large fente) húzódik egyenesen a szájtól az alfelig, mint a *Stylonychiáknál* és *Keronéknél* stb. A *Stentoroknál* egyenes vonalban terjed az oesophagustól az ázalékállatka hátsó testvégéig, hogy az ellenkező oldalon fölfelé kanyarodva, az örvényző korongon lévő alfelnyiláshoz érjen. Körülbelől ugyanezen útat követi a *Vorticelláknál, Epistyliseknél,* a *Vaginicoláknál* stb., csakhogy pörgén csavarodik s körülbelől egy, fölül nyilt 8-ast képez. A *Parameciumfélék* családját képező fajoknál a bélcső az egész állatot körülfutja a szájtól az alfelig, mely gyakran ugyanazon oldalon fekszik, máskor visszafordúl s önmaga körül csavarodik, hogy az ázalékállatka alsó végén nyiljék. Szóval, a bélcső a legkülönbözőbb alakokat veheti fel.[1]

Minthogy Fromentel ily nagy határozottsággal állítja a hártyásfalú bélcső jelenlétét, jogosan követelhető, hogy az ez idő szerinti felfogástól annyira eltérő állítását meggyőző módon be is bizonyítsa. A bizonyítékokkal azonban adós marad; mert ilyeneknek, a táplálék-rögöknek az állítólagos bélcsatornán való végigvonulását tárgyaló következő leirást nem tarthatjuk:

«Midőn a szájmelletti sertéktől előidézett áram nyomása következtében az oesophagus alapján képződött táplálékrög, szétválasztván és kitágítván a bél falait, a kívánt nagyságot elérte, a bélcső eleje hirtelen összehúzódik a táplálékrög mögött, s azt az oesophagus alapjától meglehetős távolságra löki; erre a bél hártyás fala a rugalmas parenchyma nyomása alatt összeesik s azon pillanatban újra elzárni látszik az oesophagus végét, míg új táplálékrög nyomása alatt az előbbi játék ismétlődik. Az első táplálékrög azon-

[1] Sur le Didinium nasutum. Arch. de Zoologie experim. et générale. II. (1873) 376—85.

[2] Études sur les Microzoires. Paris. (1874) 31—37.

[3] Id. m. 36.

[4] Id. m. 31.

[1] Id. m. 35.

ban azalatt, mígy az œsophagus alapján a második képződik, nem marad helyt, hanem peristalticus nyomás befolyása alatt tovább és tovább nyomúl a bélcsőbe, mely előtte megnyílik, mögötte pedig kimondhatatlan rugalmassággal elzáródik. A bél hártyás falának s a sarcodicus állománynak rendkívüli rugalmassága okozza, hogy a táplálékrög minden oldalról egyenlően nyomatván, gömbalakját az egész bélcsatornán való végighaladásában megtartja, s ezen haladása alatt, miközben emésztés alá esik, melynek munkáját persze nem ismerjük, egyre kisebbedik, s a szilárd anyagok, melyeket magába zár, emésztés alatt alakjukban, nagyságukban és színezetükben megváltoznak. A táplálékrög végre az alfelhez ér s itt gyakran bizonyos ideig megreked, mielőtt kivettetnék. Az sem épen ritka, hogy ez emésztési folyamat következtében több, tömegében megfogyott rögöcske ezen helyen, mielőtt kivettetnék, egyetlen tömegbe egyesül.»[1]

Ezen leirás tagadhatatlanúl elég hű képét adja azon pályának, melyet a nedvudvartól körülvett táplálékrögöcskék, például egy *Vorticellá*-nál vagy *Paramecium*-nál emésztés alatt a bélplasmában megfutnak, de nem győzhet meg arról, hogy a pálya lefutásában ama végtelen finom, rugalmas, hártyásfalú bélcső csakugyan megvan. Fromentel kétségkívül ugyanazon tévedésbe esett, mint Ehrenberg, t. i. a táplálékrögök által megfutott pályákba beleképzelte a belet, melyet közvetetlenül nem látott; ő csak annyiban tér el Ehrenberg-től, hogy ez utóbbi a nedvudvartól környezett táplálékrögöket, ú. n. emésztő űröcskéket, a bélen lógó gyomroknak, Fromentel ellenben a bél lefutásában kitágúló öblöknek tekintette. Ugyanazon érvek, melyekkel Dujardin a sokgyomrú bélkészülékeket megczáfolta, a Fromentel-féle öblözetes bél jelenlétét is kizárják. Fromentel tana valóban nem kiván újabb czáfolást s itt csak nehány ellenvetés rövid felemlítésére akarok szorítkozni.

Ha a táplálékrögöcskék külön hártyától határolt szabályos lefutású bélcsőben haladnának, egyáltalában nem lehetne megmagyaráznunk, mily módon juthatnak emésztőűröcskék a bélplasmának azon részébe is, mely a bélcső lefutásán kívül esik. Igaz ugyan, hogy a táplálékrögöcskék igen gyakran csakis a Fromentel leirta pálya mentében fekszenek, de azért minden búvár tapasztalhatta, hogy gyakran az egész bélplasma zsúfolásig telve van táplálékrögöcskékkel és emésztőűröcskékkel; továbbá arról is könnyen meg lehet győződni, hogy a Fromentel leirta pályán haladó űröcskék egymást helyükből gyakran kimozdítják, pl. a plasma külső részéből annak belsejébe nyomják, s hogy a bélplasma élénk keringése alkalmával az ennek külső rétegében lévő emésztő űröcskéket az áram magával viszi, míg a bélplasma czentrális részében levő emésztő űröcskék vagy táplálékrögök mozdúlatlanúl maradnak. Fromentel továbbá fenn idézett szavaiban azt mondja, hogy a *Stentorok*nál a bélcső egyenes vonalban húzódik az œsophagustól az ázalékállatka alsó testvégéig, hogy az ellenkező oldalon fölfelé kanyarodva, az örvényző korong alján fekvő alfelnyíláshoz érjen. Ha ez áll, úgy természetesen csak a jelzett lefutású bél hosszában lehetnek táplálékrögök, nem pedig szétszórva az egész entoplasmában, s íme, még a Fromentel munkájához tartozó rajzoknál is[1] szétszórva vannak a *Stentorok* táplálékrögöcskéi ábrázolva, mi a természetnek ugyan teljesen megfelel, de hangosan protestál Fromentel tana ellen! — A *Stylonychiá*-nál, *Keranê*-nél s több más ázalékállatkánál a bél, Fromentel szerint, tág hasadék alakjában húzódik a szájtól egészen az alfelig. Ez merőben képzelhetetlen s homlokegyenest ellenkezik a Fromentel munkájának illusztrácziójával is. Az *Oxytrichaféléknél* ugyanis a száj, a szájperem (peristema) alsó zugában van s innen balról igen rövid garaton át egy, az ázalékállatka jobboldali testfelébe hajló nyeldeklő űröcskébe vezet, mint ezt Jobard-Muteau úrhölgy egyik rajza[2] igen híven adja vissza; ha már most a tág hasadékhoz hasonló (mialatt kétségkívül csakis a tényleg tág hasadékhoz hasonló nyeldeklőűröcske érthető) egyenesen vezetne az alfelhez, úgy világos, hogy ennek az ázalékállatka jobb oldalán kellene lenni; tudjuk azonban, hogy az alfelnyilás nem itt van, hanem a lüktető űröcske alatt az ázalékállatka testének ellenkező, baloldali szegélye mentében. Megengedve már most még azt is, hogy «*directement*» alatt nem egyenes lefutás, hanem azon legrövidebb út értendő, mely a szájtól az alfelnyiláshoz vezet: ez esetben a bélnek, az ázalékállatka testének egyenlítői táján, kissé lefelé hajló ∩ alakú csövet kellene képezni; de ez esetben is valjon mily magyarázatot adhatnának azon táplálékrögöcskéknek, melyek Jobard-Muteau úrhölgy rajzain[3] részint szabálytalanúl vannak szétszórva, részint a test szegélyének menté-

[1] Id. m. 33—34.

[1] Pl. I—II.
[2] Pl. 14. fig. 6.
[3] Pl. XIII—XIV.

ben vannak elhelyezve? — Mindezekből látható, hogy FROMENTEL-nek nagy határozottsággal kimondott tana az észleleti tényekkel nem áll összhangzásban, sőt még a saját munkájához tartozó rajzok részleteitől is fényesen megczáfoltatik.

Szükségesnek tartom azonban e helyen FROMENTEL-nek következő szavaira mégis megjegyzést tenni. «Azt mondottuk fennebb, hogy a sarcodicus állomány által összenyomott bél hártyája annyira redukálva lehet, hogy végkép kikerülheti a figyelmet; más esetekben a bél lefutása még üressége alatt is látható marad; ezen tényállás különösen könnyen konstatálható oly ázalékállatkáknál, melyek festő anyagot tartalmaznak, mely a bél szomszédságában való gyér előfordúlása, vagy hiánya miatt világosan hagyja a bélcső lefutását kitűnni.»[1] S e helyen a XV. rajzlap 6. ábrájára hivatkozik, melyen a bélcső egész lefutásában világosan látható.

Az idézett rajzon ugyan abszolut semmi bélcsatornának tartható részletet sem lehet fölfedezni, a következő 16. rajzlap ugyanazon (6) számmal jelelt ábráján ellenben egy pörgén csavarodott bél van jelezve; e szerint tehát hibásnak kell az idézést tartanunk, s azt csakis az utóbbi rajzra vonatkoztathatjuk. Ezen rajz egy levélzöld testecskéket tartalmazó heterotrich ázalékállatkát ábrázol, melyet FROMENTEL *Leucophrys patulá*-nak nevez, mely azonban bizonyára azonos a STEIN és WRZESNIOWSKI vizsgálatai után igen pontosan ismert *Climacostomum virens*-szel.[2] JOBARD-MUTEAU úrhölgy rajza a STEIN és WRZESNIOWSKI-tól ugyanezen ázalékállatkáról adott pompás rajzokhoz képest felettébb tökéletlen ugyan, de azért elég híven adja a szájhoz pörgén csavarodó serteívet, a tág garatot s a test hátsó végén levő lüktető űröcskét. FROMENTEL a szóban forgó ázalékállatka részletes leírásánál, annak magjáról, mely STEIN szerint: «*hosszú, egynemű hengeres zsineg, mely igen különböző módon van hajolva és csavarodva; gyakran 8-as hurok-, vagy patkóalakú, vagy csaknem pörgén csavarodott,*»[3] semmi említést sem tesz;[4] az idézett rajzon ellenben ugyanazon tájon, melyen a magnak kell lefutnia, egy a mag vastagságával teljesen megegyező, pörgén csavarodó világos zsineg van feltűntetve, mely körül a levélzöld-testecskék gyérebben vannak elhelyezve, s ez az, a mit FROMENTEL egész lefutásában világosan látható bélcsatornának tart!

Mindezeket tekintetbe véve, habozás nélkül kimondhatjuk, hogy a FROMENTEL-től felfedezett bél egyáltalában nincs meg, FROMENTEL egész tana pedig hiányos és felületes megfigyelésen alapszik, s ha valakire, úgy bizonyára ő rá magára leginkább alkalmazhatók saját szavai: «Combien on doit regretter que des travailleurs sérieux des savants distingués se laissent entraîner par une imagination trop ardente, ou se contentent de continuer à propager des erreurs grossières sans se donner le peine de vérifier le dire de leurs devanciens!»[5]

Az előadottak után, ha a valót a költöttől lelkiismeretesen elválasztjuk, végre mégis csak annak elismerésére kell jutnunk, hogy mindazok a búvárok, kik a véglényeknek emésztő-űrt, egy vagy sok gyomrot s külön belet tulajdonítottak, tévedtek, s hogy a nagyérdemű DUJARDIN egyenesen fején találta a szeget, midőn EHRENBERG sokat bámúlt tanával szemben egész határozottsággal kimondotta, hogy a sarcode, vagy protoplazma az, mely az emésztés munkáját végezi.

Azon szilárd táplálékot felvevő véglényeknél, melyeknek bélplasmája tömöttebb összeállású kéregréteggel, s gyakran cuticulává tömörült határhártyával van borítva, a testfelületnek minden pontja természetesen nem lehet egyaránt alkalmas a tápláléknak be-, az ürülékeknek pedig kibocsátására, s ezeknél, melyekhez a *csillószőrös ázalékállatkák, Flagellátok* és *Noctilucák* tartoznak, állandó szájnyílás s többnyire külön alfelnyílás is van kifejlődve, melyek közűl az előbbi egy csaknem mindig jól kivehető *nyelőcsőn* vagy *garaton* (*oesophagus, pharynx* a különböző szerzőknél) átvezeti a táplálékot a véglény bélplasmájába, míg az utóbbi csak az ürítés pillanatában nyílik meg, hogy nyomban ismét teljesen elzáródjék.

A csillószőrös ázalékállatkák szájának elhelyezése és szerkezete aránylag igen tág korlátok között változik. A mi az előbbi viszonyt illeti, lehet a száj a test hossztengelyének mellső végén (pl. *Enchelyodon*), a csonkított, korongszerű mellső testvég szegélyén (pl.

[1] Id. m. 35.

[2] STEIN, II. 210. Taf. IV. Fig. 2–9. WRZESNIOWSKI, Leucophrys Claparedii. Annal. des sc. natur. 1861. IV. sér. Tom. XVI. 327. Pl. 8. fig. 1—4. Továbbá: WRZESNIOWSKI, Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 35. Taf. 4. fig. 21—22 WRZESNIOWSKI itt megjegyzi, hogy az általa *Leucophrys Claperidii* névvel jelelt s hibásan újnak tartott ázalékállatka azonos a *Climacostomum virens*-szel STEIN.

[3] Id. m. 212.

[3] Id. m. 295.

[1] Id. m. 221.

Vorticella, Stentor), a test mellső felében (pl. *Glaucoma, Kolpoda, Stylonychia),* annak közepe táján (pl. *Urocentrum),* ez alatt (pl. *Paramecium),* vagy végre még hátrább, csaknem (pl. *Opistomum)* vagy egészen a hátsó végén (pl. *Microthorax),* úgy, hogy a szintén igen változó szájhelyzetű örvényképnél használt *Pro-, Meso-, Opistomea* kifejezések alig volnának az ázalékállatkáknál elégségesek.

Az ázalékállatkák szájának környezete többnyire feltünően eltér a testfelület többi részétől; mindazon különböző elkülönüléseket, melyek a száj környezetét bélyegzik, STEIN *peristoma* kifejezéssel jelöl,[1] melyet már a fennebbiekben alkalmam volt *szájperemnek* nevezni. A szájperem legegyszerübb esetben öbölszerű vagy tölcséralakú mélyedést képez; az előbbi jellemzi pl. a *Kolpodát* és *Colpidiumot,* az utóbbi a *Paramecium*-nemet. Az *Oxytricha-, Euplotes-* és *Aspidiscaféléknél,* valamint az összes *Heterotrichek-* és *Peritrichek*-nél, melyeknél a szájperem a legmagasabb elkülönülést éri el, a szájperemet serték vagy csillogó lemezkék szegélyezik, ezek az u. n. *szájmelletti serték (adorale Wimpern* STEIN*),* melyek majd a test homlokrészéről a szájhoz csavarodó ivelt vonalat képeznek *(Oxytrichina, Euplotina, Aspidiscina, Spirostomea, Bursarina),* majd ismét az egész szájperemet egyszerű *(Stentorina* és *Tintinnodea)* vagy kettős, néha többszörös *(Vorticellina)* csigajáratban körülfutó pörge vonalat. A szájmelletti sertéktől csak egyik (bal) oldalán szegélyezett szájperemű ázalékállatkáknál a szájperem ellenkező (jobb) oldalát állandóan egy szélesebb, vagy keskenyebb *hullámzó hártya* szegi be. BÜTSCHLI vizsgálatai szerint, — mint már fennebb említém, s ezen állítás helyességét saját vizsgálataim után megerősithetem, — a *Vorticellafélék* szájából kiinduló, ú. n. peczkelőserte voltaképen szintén egy széles hullámzó hártyának felel meg, mely csupán átmetszeti képben látszik serteének. A szájperemet szegélyező sertéktől és hullámzó hártyától körülvett majd kerek, majd fülkagylóalaku, majd megnyúlt, hosszúdad, lapos, vagy vájt terület képezi az ú. n. *peremmezőt (Peristomfeld* STEIN).

A szájperemet néha csupán az igen terjedelmes hullámzó-hártya szegélyezi, így pl. a *Cyclidium Glaucomá*-nál, vagy a *Pleuronema Chrysalis*-nél. Máskor ismét egy folytonosan billegő hártya közvetetlenül a száj szegélyét futja körül, pörgén csavarodva: így nevezetesen a *Glaucoma scintillans*-nál s a *Cinetochilum margaritaceum*-nál. A STEIN-tól a *Holotrichek* rendébe foglalt ázalékállatkák némely képviselőinél (például *Lionotus, Amphileptus Cignus)* ellenkezőleg csupán erősebb sertéktől képezett vonal képviseli a szájperemet; a *Holotrichek* legnagyobb részénél végre a szájperem egészen hiányzik, vagy legfeljebb a száj körül egy övben elhelyezett hosszabb csillószőrök képviselik, melyek élénken emlékeztetnek a szabadon rajzó *Vorticellafélék* s az *Acineták* embrióinak csillókoszorújára.[1]

Mindezen, csak röviden érintett fontos elkülönülések, melyeknek részletesebb, bár teljesen kielégítőnek mai nap sem mondható ismeretét kiválólag STEIN kitünő vizsgálatainak köszönjük, az ázalékállatkák rendszerezésénél igen fontos bélyegeket képviselnek. DIESING meg is kisértette a csillószőrös ázalékállatkákat, vagy mint ő nevezi, az *ostornélküli Prothelmintheket (Prothelmintha amastiga)* a szájperem hiánya, illetőleg előfordulása szerint két főcsoportra, a *szájperemnélküliek (Amastiga aperistomata)* és *szájperemesek (Amastiga peristomatophora)* csoportjára osztani;[2] ezen sok tekintetben igen ajánlatosnak látszó osztályzási elv azonban STEIN osztályzásával szemben nem akadt követőkre.

A szájnyilás többnyire közvetetlenül megkülönböztethető, csak a *Loxophyllum, Lionotus* és *Amphileptus*-nemeknél záródnak az ajkak oly szorosan egymásra, hogy az ázalékállatka egészen szájnélkülinek látszik, mint az *Opalina.* Saját, más helyen közölt vizsgálataim szerint,[3] melyek a STEIN-éival[4] teljesen megegyeznek, mindezen ázalékállatkák rendesen csillószőrös ázalékállatkákból, leggyakrabban Vorticellafélékből álló zsákmányukra orrmányuk domború szegélyével mintegy oda rögzítik magokat; erre összehúzódva, rászorítják magukat a zsákmányra, mire legott egy hosszirányú rés hasad meg a szegély hosszában, mely a zsákmány nagyságához képest az orrmánynak majd hosszabb, majd rövidebb részére terjed ki. A száj megnyiltával egyre tolakodóbb lesz a rabló, s végre egy ügyes mozdulattal hirtelen ráhúzza magát a zsákmányra s azt bélplasmájába szorítja. Erre az ajkak elzáródnak s a száj ismét nyomtalanúl elenyészni

[1] I. 78.

[1] Term. rajzi füz. II. köt. IV. füz. (1878) 234.

[2] Revision der Prothelminthen. Abtheil. Amastigen. Sitzungsb. der math. naturw. Class. d. k. Akad. 52. B. I. Abth. Wien. (1866) 505.

[3] Term. rajz. füz. II. köt. 4. füz. (1878) 224.

[4] I. 80.

látszik; csak néha jelzi még rövid időre egy kis mélyedés azon helyet, melyen a zsákmány benyomúlt s csupán néhány pillanatig látható ívelt vonal, mely azonban állandó garatnak nem felel meg, az útat, melyen végighaladt.

Az épen említett s még néhány más, de bizonyára nem igen nagy számú ázalékállatkánál, különfalú garat nincsen, hanem csupán a nyelés pillanatában nyílik meg egy csőszerű járat, mely a táplálékot a szájtól a bélplasmába szállítja. Legtöbb esetben azonban a szájnyiláson át betüremlik a kéregplasma legfelületesebb rétege a nyelő járatba, s ily módon egy különfalú *nyelőcső, garat* jő létre, mely ahhoz képest, a mint rövid úton hatol át a kéregplasmán, vagy pedig hosszabban fut magának a kéregplasmának állományában, mielőtt azt átfúrná, igen különböző hosszaságot ér el.

Bármennyire különbözzék is egymástól a különböző ázalékállatkák garatja, valamennyit mégis két csoportba lehet beosztani.

Az első csoportba számítom azon garatokat, melyek *csillószőrökkel vannak borítva*, még pedig vagy egész felületükön, mint pl. a *Stentorok-*, a *Climacostomum-* s a *Parameciumoknál*, vagy csupán egy végighúzódó, pörgén csavarodott vonalban, mint a *Vorticellaféléknél*,[1] vagy pedig végre csak egy hosszú, finom, csillószőrökből álló bojt lóg az igen rövid garat végén, így nevezetesen az *Oxytricha-*, *Euplotes-* és *Aspidiscaféléknél.* Mindezen garatok ívelt, vagy S alakúlag majd gyengén, majd erősebben csavart lefutásuk után vagy közvetetlenűl vezetnek a bélplasmába (pl. *Stentor, Condylostomum*), hol kissé elszűkülő alsó részök egy kerek nyilással igen élesen végződik, vagy pedig még a kéregplasmában végződnek, úgy hogy a garaton behatoló táplálék és víz nem jut a garatból közvetetlenül a bélplasmába, hanem a garat végén nyelés alatt mintegy kihasadó, előbb orsóalakú, utóbb czitrom- vagy gömbalakúlag felduzzadó ürböcskébe, melynek tartalmát a garat alsó végéből belelógó finom, hosszú csillószőrökből álló bojt örvényzése szakadatlan keringésben tartja. Ezen űröcskének, mely megteltével összehúzódik s tartalmát a bélplasmába nyomja, s melyet már fennebb *nyeldeklő űröcskének* neveztem, nincsen saját fala, hanem, mint a lüktető űröcskék, mintegy a plasmába van vájva, vagy legfeljebb egy tömöttebb határréteg szegélyezi. Ilyen nyeldeklő űröcskébe nyiló garat jellemzi az *Oxytrichaa-Paramecium-* és *Vorticellaféléket* (ezek közé sorolva az *Ophrydium-* és *Urceolariaféléket* is).

[1] V. ö. BÜTSCHLI. Ueber Dendrocometes paradoxus etc. ZWZ. XXXVIII. (1877) 67.

Legegyszerűbb ezen viszony az *Oxytrichaféléknél.* Ezen ázalékállatkáknál ugyan STEIN szerint, a száj a peremmező belső szegélyének hosszában lefutó igen tágulékony rést képez, a garat pedig egészen hiányzik,[1] evvel szemben azonban saját vizsgálataim után CLAPARÈDE és LACHMANN,[2] ENGELMANN,[3] WRZESNIOVSKI[4] és STERKI adatait kell helyesnek tartanom, melyek szerint az *Oxytrichafélék* szája a szájperem hátsó zugában van, s bár rövid, de tisztán kivehető, jobbfelé irányuló ívelt garatba vezet. A garat finom, hosszú csillószőrökből álló bojtot visel,[5] mely a táplálék behabarásakor igen jól látható. A behabart táplálék és víz vizsgálataim szerint, nem jut azonban közvetetlenűl a bélplasmába, miként STERKI állítja, hanem a kéregplasmában kihasadó nyeldeklő űröcskébe,[6] s ennek összehúzódása után nyomúl a test belsejébe. Egészen ilyen szerkezete van az *Aspidisca-* és *Euplotesfélék* szájának és nyelőkészülékének is.

A *Parameciumok* meglehetős hosszú, kürtalakú, egész felületén rövid, alsó végén pedig hosszabb bojtszerű csillószőröket viselő garatja szintén nyeldeklő űröcskébe nyílik, s ezeknek nyelési folyamatát igen élethűen írta le már SIEBOLD. «Ha az ázalékállatkánál a GLEICHEN- és EHRENBERG-től sokszorosan használt etetési eljárást alkalmazzuk, ez esetben a vízben lebegő festőanyag-részecskék azon örvény által, melyet számos ázalékállatkának csillószőrös szájnyilása a vízben előidéz, a szájhoz sodortatnak s vízzel együtt elnyeletnek. A víz a festőanyag-részecskékkel együtt lassankint felhalmozódik az œsophagus alsó végén s az engedékeny parenchymát hólyagszerűleg szétszorítja. Míg a víz az œsophagus alsó végén cseppalakban összetart, az egész egy kocsányos hólyagnak látszik; ha azonban ily vízcsepp az œsophagusról levált, mivel az utóbbinak összehúzódása által a laza parenchymába belenyomatott, kocsánytalan hólyagnak

[1] I. p. 142.

[2] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) Separatabdr. 39.

[3] Beobachtungen über Infusorien etc. ZWZ. XX. (1870) 472.

[4] Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878) 36.

[5] V. ö. Sterki id. h.

[6] Igen híven rajzolja ezt JOBARD-MUTEAU úrhölgy. Id. mű Pl. 14. fig. 6.

látszik, melyben az elnyelt szilárd testek teljesen körülzárva fekszenek.[1] SIEBOLD ezen leirása csak annyiban kiván kiegészítést, illetőleg módosítást, hogy nem a garat húzódik össze, hanem még a kéregplasmában fekvő nyeldeklő űröcskének összehuzódó falai nyomják a táplálékot a bélplasmába, azaz: a garat egyedül a táplálék bevezetésére, az alatta kitáruló nyeldeklő űröcske ellenben annak tovaszállítására szolgál.

A *Vorticellaféléknek* (tágabb értelemben véve ezen családot, azaz az *Ophrydium*- és *Urceolariaféléket* is ide számítva) igen komplikáltnak látszó nyelőkészüléke szintén, nemek s fajok szerint változó hosszúságú, aláfelé elszűkülő kürtalakú, csupán az *Operculáriák*-*nál* zacskószerűleg kitáguló cső, melyen egy pörgén csavarodó vonalban helyezvék el alulról fel, azaz a száj felé irányuló hosszú csillószőrök, melyek átmetszeti képen csupán 3 vagy 4, egymástól meglehetősen távval álló, csillószőr-pamatnak látszanak. A garat mintegy közepe tájának domborodott oldalából indul ki az átmetszeti képben sertének látszó hullámzó hártya, alsó elkeskenyedő vége pedig egy orsóalakú tágulatba vezet, melybe a garaton lehúzódó csillószőrsornak egy végső bojtszerű pamata belelóg.[3] LACHMANN, kinek a *Voticellafélék* garatjára vonatkozó első pontosabb adatokat köszönjük, a garat mellső részét, mely az alfelnyilást is elfogadja, az *előcsarnok*-*nak (vestibulum)*, a továbbit *nyelőcsőnek (œsophagus)*, az orsóalakú tágulatot pedig *garatnak (pharynx)* nevezi,[4] s ezt a terminologiát CLAPARÈDE is elfogadta;[5] STEIN ellenben az egészre megtartja a *garat (Schlund)* kifejezést,[6] míg BÜTSCHLI ismét *előcsarnokot* s *nyelőcsövet* különböztet meg, az utóbbi elnevezést alkalmazván az orsóalakú tágulatra. Mindezen búvárok megegyeznek abban, hogy az orsóalakú tágulat közvetetlenűl összefügg a garatcsővel, és STEIN még különösen ki is emeli, hogy a *Vorticellaféléknél* a táplálék-alkatrészek nem vájnak a garat végén egy hólyagszerű űrt, hanem a garat orsóalakú alsó tágulatában gyűlnek össze.[7] GREEFF-et illeti azon érdem, hogy kimutatta, hogy a garat az orsó-alakú tágulatnál végződik s egy külön összehúzódó falu *«hasas tölcsér»*-be nyilik.[1] Ezen észlelet helyességét WRZESNIOWSKI megerősítette s még hozzéteszi, hogy az *Epistylis flavicans* garatjának vége egy gyűrűs, diaphragmaszerű redő által elzárható.[2]

STEIN, miután kiemelte, hogy nyeléskor a garat orsóalakú vége húzódik össze, a nyelés további folyamatát a következő élethű képbe foglalja: «A garatból a parenchymába hatoló falat a test hátsó felében egy hosszabb vagy rövidebb ívet ír le, miközben a garat végétől először lefelé halad s azután a hátsó testvég közelében a garattal ellenkező testoldalra hajlik át s itt többnyire még egy darabig felfelé hatol. Ezen lefutása közben egy mellül gömbölyödött, hátúl hegyes zsineget képez, mely néha még akkor is összefügg a garatvéggel, midőn mellső vége már a test ellenkező oldalára érkezett. Ez esetben a szakadatlan, ívalakú zsineg egészen a garattal összefüggő bélnek látszik. Néhány pillanat alatt azonban a parenchyma, melynek összefüggését a falat megszakíttotta, a garatvégtől kiindulólag ismét elzáródik s ez által a falatnak hátsó alkatrészei a mellsőkhöz szoríttatnak, s azon helyen, melyet a tovább nem mozgó falatnak mellső vége foglalt el, egy gömb képződik, EHRENBERG gyomorhólyaga».[3]

CLAPARÈDE és LAHCMANN szintén említést tesz arról, hogy bizonyos ázalékállatkáknál, melyek alatt kétségkívül a *Vorticella-félék* értendők, a garatból kinyomuló táplálék-rögöcskék haladásuk alatt gyakran egy világos barázdát hagynak maguk mögött, melyet könnyen bélnek lehetne tartani;[4] ENGELMANN pedig az *Epistylis Nympharumnál* igen híven ábrázolja ezen vonalat.[5]

Az előadottak után nem szorul további bizonyításra, hogy tévesen tulajdonítják GREEFF-nek azon érdemet, hogy a *Vorticellaféléknél* a nyelés alatt látható ívelt járatot, melyen a falat végig halad, felfedezte; ismeretes volt az már jóval GREEFF vizsgálatai előtt is. GREEFF vizsgálataiban[6] csak annyi az új, hogy kimutatta, hogy a garat alatti orsóalakú

[1] Vergleichende Anat. der wirbellosen Thiere. Berlin. (1845) p. 16.

[2] V. ö. BÜTSCHLI, Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) Taf. VI. fig. 21.

[3] Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 347.

[4] I. 80.

[5] I. 84.

[6] Id. m. 67.

[7] Id. m. id. h.

[1] Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellinen. AN. 37. Jahrg. (1871) 200.

[2] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 297.

[3] I. 84.

[4] I. 35.

[5] Id. m. Taf. 31. fig. 18.

[6] Id. m. 200.

tágulat nem tartozik a garathoz, s hogy nagy határozottsággal nyilatkozott a mellett, hogy a tágulatot s az ennek folytatását képező járatot külön hártyás fal határolja, mit WRZESNIOWSKI is megerősít.[1] Új továbbá azon felfogás, hogy a garat alatti tágulat *«gyomorképződés első kisérleté»*-nek, az ívelt csatorna pedig *«primitiv bélcső»*-nek tartandó,[2] valamint az, hogy ezen csatorna a bélplasmában, azaz GREEFF szerint a testűrt kitöltő chymusban szabadon lebeg.[3] Ismételt vizsgálatokra támaszkodva állíthatom, hogy a garat, mint GREEFF és WRZESNIOWSKI állítják, csakugyan az alatta levő orsóalakú tágulatba nyílik s csillószőr-bojtot viselő vége igen világosan kivehető; arról azonban, hogy ezen tágulat s a folytatását képező járat külön kettős körvonalú hártyával lenne borítva, — s csak ilyen tekinthető külön falnak, — nem győződtem meg. Az egész garat után következő rész, mint a lüktető űröcskék s az ezekhez vezető járatok, a kéregplasmába vájt űrnek, illetőleg járatnak látszanak, mi természetesen nem zárja ki annak lehetőségét, sőt valószinűségét, hogy a kéregplasmának tömöttebb határrége környezi. A cső lefutásában azonban még ezen tömöttebb határréteg is határozottan hiányzik. — E mellett szól azon GREEFF-től is felemlített körülmény, hogy a garat alatti tágulatból kinyomott falat majd hosszabb, majd rövidebb ívet ír le, azaz: a falat a járat bármely pontján át belenyomulhat a bélplasmába, tehát külön fala semmi esetre sem lehet; s egyedül a garat alatti tágulat összehúzódásának erélyétől függ, hogy a falat hosszabb vagy rövidebb pályát vájjon a kéregplasmában. GREEFF teljesen érezte ezen ellenvetés fontosságát s bizonyító ereje elől azon egyetlen észlelettől sem támogatott, egészen önkéntes feltevéssel igyekezett kitérni, hogy a falatot vezető cső szabadon belelóg a testűrbe s a chymus nyomásától helyzetváltozást szenvedhet.

Mindezeket tekintetbe véve, azon eredményre jutunk, hogy a *Vorticellaféléknek* igen bonyolódottnak látszó garatja lényegében nem tér el az *Oxytricha-félék* és *Parameciumok* garatjától. A garat a *Vorticella-féléknél* is a kéregplasmának egy üregébe nyíló kürtalakú cső. Az, a mit LACHMANN *pharynxnak*, STEIN a *garat orsóalakú végének*, BÜTSCHLI *œsophagusnak*, GREEFF *első gyomorkisérletnek tekinthető tölcsérszerű tágulatnak* nevez, egészen homolog és analog az *Oxytricha-félék* és *Parameciumok nyeldeklő űröcskéjével*. Az eltérés csak abban áll, hogy az *Oxytricha-féléknél* és *Parameciumknál* a nyeldeklő űröcske a falatot közvetetlenül a bélplasmába nyomja, míg a *Vorticella-féléknél*, a kéregplasmában kivájódó majd rövidebb majd hosszabb ívelt járatot fut meg, mielőtt a bélplasmába nyomódnék.

A másik csoportba azon garatokat sorolom, melyek mint a *Holotrichek* legnagyobb részénél, valamint STEIN *Hypotrichei* között a *Chlamydodon-* és *Ervilia-félék* családjába tartozó ázalékállatkáknál, csillószőröket nem viselnek. Mindezen garatok közvetetlenül a bélplasmába vezetnek s majd síma, merev (*Ervilia-félék*), majd többé-kevésbbé terjedékeny hártyás csövek. A szűkebb határok között terjedékeny garatok közé tartozik a *Chlamydodon-*, *Nassulafélék* s a *Prorodon* úgynevezett *varsaalakú* garatja, mely finom hártyás falán hosszirányú sávokban elhelyezett aláfelé elkeskenyedő s a garat belső űrébe kissé beszökellő tömött, rugalmas pálczikákat, *fogpálczikákat* visel. Ezen varsa-alakú garathoz igen hasonlít az *Enchelysfélék* legnagyobb részének rendkívül tágulékony hártyás garatja, mely nyugalomban hosszirányú redőkbe van szedve, melyek nyeléskor teljesen elsimulnak.

Mindazon ázalékállatkáknak, melyeknek szájuk van, kétségkívül van *alfelnyilásuk* is, csakhogy ezen szorosan elzárható nyilás rendesen épen csak az ürítés pillanatában vehető észre. A mi elhelyezését illeti, ez ép úgy változik, mint számos alsóbb állatnál, péld. a tüskebőrűeknél s majd külön szájadzik (a *Hypotricheknél*, a *Heterotrichek* és *Holotrichek* egy részénél), majd a garat mellső részébe (a *Vorticellaféléknél*), majd ismét a lüktető űröcskével együtt nyílik (a *Stentor-*, *Spirostomum-*, egy lüktető űröcskéjű *Bursariaféléknél* s a *Holotrichek* nagy részénél). A kéregplasma felületes rétege, illetőleg a test cuticularis takarója, miként a szájnyiláson, úgy valószínűleg az alfelnyiláson is betüremlik, csakhogy rendkívüli finomsága miatt csak ritkán különböztethető meg. E tekintetben a *Nyctotherus*-nembe tartozó heterotrich ázalékállatkák képeznek igen figyelemreméltó kivételt, melyeknél az alfelnyiláson betüremlő cuticula meglehetős hosszú, kissé *S*-alakulag csavarodó, síma, szőrözetlen, garatszerű alfelbelet képez, mely a bélplasmába nyílik s a lüktető űröcske tartalmának kiürítésére is szolgál.[1]

[1] Id. m. 297.
[2] Id. m. 205.
[3] Id. m. 203.

[1] STEIN II. 338.

Hogy az ázalékállatkáknál a szájat, illetőleg a garatot az alfellel, avagy — ha, miként az épen említett *Nyctotherusoknál* ki van fejlődve — az alfelbéllel összekötő középbél egészen hiányzik, valamint az is, hogy chymus-szal kitöltött emésztő űr nincs meg, az előadottakban bőségesen kifejtetett. Az emésztés munkáját, a tömöttebb kéregplasmába elmosódva, minden határ nélkül átmenő szemecskés, pépszerű bélplasma végzi s az elnyelt táplálékrészecskék majd közvetetlenűl beágyazódnak a bélplasma állományába, majd ismét elnyelt víz által képezett udvartól környeztetnek; az ezen táplálékrögöket tartalmazó gömbölyű nedvűrök a már többször említett úgynevezett *emésztő űröcskék*, melyeknek téves értelmezése Ehrenberg-et a sokgyomrú emésztő készülékről szóló tanra vezette.

Az ázalékállatkák, valamint a többi evő véglények is, táplálékukat épen úgy megválasztják, illetőleg meg nem választják, mint a magasabb állatok. Vannak közöttük mindenevők, melyeknek falánk szája minden élőt vagy szerves eredetű foszlányt, a mi csak belefér, egysejtű moszatokat, állati s növényi véglényeket, kisebb sugárállatkákat, apró héjasokat stb. elnyel; ilyenek pl. a nagyobb *Oxytricha-*, *Stentor-* és *Spirostomumfélék*, stb. Mások ellenben kiválólag, vagy ha szerit tehetik, kizárólag egyféle táplálékot vesznek fel; így pl. a *Chlamydodon-* és *Erviliafélék* rendesen Diatomeákból, a *Nassulafélék* Oscillariákból élnek s csak ritkán, úgy látszik csak kényszerűségből nyelnek el Palmellaceákat, míg a kisebb *Oxytricha-*, *Aspidisca-* s *Euplotesfélék* válogatás nélkül minden Palmellaceát s egyéb apró moszatot megesznek; az *Enchelys-* és *Tracheliusfélék* ismét csaknem kivétel nélkül csillószőrös ázalékállatkákat, az *Amphileptusok* s a *Trachelius Ovum* különösen *Vorticellaféléket* nyelnek el s ezeknek telepeiben gyakran iszonyú pusztításokat végeznek.

Az ázalékállatkák igen nagy része *asztalközösségben (commensalismus)* él más állatokkal s ezeknek ürüléke, mely félig megemésztett Palmellaceák s egyéb egysejtű moszatok tarka zagyvalékából áll, lucullusi terített asztalt képez számukra. Ide tartozik a *Vorticellafélék* legtöbb képviselője, melyek nagyobb kerékállatkákra, héjasokra, rovarálczákra, csigák és kagylók héjára, vagy a vizi növényeken ülő kerékállatkák társaságában telepednek le, s a mi ezeknek ürülékeiben még megehető, mindazt értékesítik. Hasonló asztalközösségben élnek az édesvizi Hydrákon szaladgáló tojásdad polyptetvek *(Kerona Polyporum)* a Hydrával, míg a tányéralakú, keringő polyptetvek *(Trichodina Pediculus)* a Hydrák, kagylók s halak testfelületét, a Tritonok húgyhólyagában élők pedig a hólyagot borító nyálkából élnek, épen úgy, mint a kagylók köpenyén s kopoltyúin sürgölődő *Conchophthirusok* a kagylók nyálkájából.

A pocsolyák fenekére apró vizi állatocskák ürülékéből lerakodó finom iszap szintén gazdag táplálékkészletet rejt magában, s számos ázalékállatka, péld. a *Paramecium Aurelia*, az *Ophryoglena atra*, a *Cyrtostomum leucas*, a *Loxodes Rostrum*, a *Metopus sigmoides* stb. különböző gyökérlábúval s Flagelláttal együtt ezen iszapon él s ebben keresi táplálékát.

A más állatok felületére telepedett ázalékállatkáktól a legközelebbi lépés átvezet azokhoz, melyek állandóan más állatok bélcsőjében tartózkodnak s gazdájuk ételének morzsáiból, vagy csak azon táplálék részecskéiből élnek, melyek emésztetlenűl jutottak a végbélbe. Ilyenek az *Ophryoscolexfélék*, melyek az *Isotrichával* együtt állandó lakói a kérődzők bendőjének; ilyenek továbbá a *Balantidium*, *Nyctotherus* és *Plagiotoma*-nemekbe tartozó heterotrich ázalékállatkák, melyek közűl a *Balantidiumok* a disznónak s alkalmilag az embernek (*B. coli*), vagy a kétéltűeknek *(B. Entazoon, B. elongatum, B. duodeni)*, a *Nyctotherusok* a békáknak *(N. cordiformis)* a Periplaneta orientalisnak és Gryllotalpának *(N. ovalis)*, a Hydrophilus piceusnak *(N. Gyœrianus)*, a Julus marginalisnak *(N. velox)*, a *Plagiotoma Lumbrici* pedig a földigilisztának többnyire vég-, ritkábban középbelében tanyáznak, gyakran *Opalinafélék* s néhány *Flagellatnak (Cercomonas, Bodo, Trichomonas, Hexamita, Lophomanas* fajok) és *Amœbák* társaságában.

Mindazon, más állatokban tartózkodó ázalékállatkák, melyek szájjal, garattal vannak ellátva s magok emésztenek, ha Lepelletier de Saint-Fargeau precziz körűlírását, hogy csak azon szervezetek élősdiek, melyek más szervezeteknek áthasonított anyagaiból táplálkoznak, nem pedig azok, melyek gazdájoknak ételében osztozkodnak,[1] elfogadjuk: élősdieknek nem, hanem csakis *asztalközösöknek* tarthatók. A szájnélküli *Opalinafélék* ellenben, melyek úgy mint a *Gregarinák* a gazdájok által áthasonított anyagokat egész testfelületökkel szívják fel, valódi élősdiek; a kétéltűek végbelében élők ugyan gazdájukat bizonyára nem igen fogják megrövidíteni, mások ellen-

[1] P. J. van Beneden, die Schmarotzer des Thierreichs. Internationale wissenschaftl. Bibliothek. 18. B. Leipzig. (1873) 7.

ben, mint pl. azok, melyek a földi giliszta belét *(Opalina armata)* vagy a Planariák elágazó belének kitüremléseit *(O. Planariarum)* vagy a Gammarus Pulex kopoltyúit *(O. branchiarum)* gyakran zsúfolásig kitöltik, nem lehetnek gazdájokra nézve egészen közönbösek.

Bizonyos ázalékállatkák előszeretettel, mások kizárólag rothadó állati vagy növényrészeket tartalmazó folyadékokban, ázalékokban, vagy öntelékekben (infusio) élnek; s ezen csak korlátolt számú ázalékállatka s egyéb véglény életmódjától kölcsönöztetett az ázalékállatka (Animalcula infusoria, Aufgussthierchen) elnevezés is. Miután LEEUWENHOEK a *«világ élő atomjait»* felfedezte s figyelmét a láthatatlan világ titokszerű életére irányította, eszébe jutott megvizsgálni, hogy mi lehet az, a mi a borsnak csipősségét okozza. Ezen czél elérésére egész borsszemeket leöntött vízzel s ebben 1676. április 24-én töméntelen állatocskát, parányi *Bacteriumokat* s nagyobb tojásdad állatocskát *(Colpoda Cucullus)* látott hemzsegni.[1] LEEUWENHOEK felfedezése nagy feltűnést okozott, mindenki akarta látni a csodálatos borsállatocskákat, a kísérletet sokszorosan ismételték, majd a legkülönbözőbb ázalékokra kiterjesztették s a véglénybúvárlat első száz évét jórészt az ázalékokban fejlesztett véglények vizsgálata vette igénybe, melyhez azután, mint a fentebbiekben kifejtettem, a legkülönfélébb, merészebbnél-merészebb, itt-ott fennkölt és szellemes, többnyire azonban a mai álláspontból visszapillantva, gyermekded naivoknak látszó spekulácziók fűződtek. Mai nap tudjuk, hogy a különböző növényekre s állati hullarészekre öntött folyadékban nem lépnek fel különböző véglények, hanem a rothadás ugyanazon foka mellett mindig ugyanazon aránylag kis számú véglények jelennek meg. Bűzhödt állati ázalékban, pl. a hullaáztató edényekben, — feltéve, hogy a rothadás nem felette rohamos, mert ez esetben csupán a rothadást indító és fenntartó *Schizomycetek* milliárdjai hemzsegnek, — vizsgálataim szerint a következő csillószőrös ázalékállatkák találhatók állandóan: a *Cyclidium Glaucoma, Glaucoma scintillans, Trichoda carnium, Colpidium Colpoda,* — a *Flagellátok* közül pedig *Cercomonas Termo* és *Polytoma Uvella.* Igen gyakran találtam továbbá az előbbiek társaságában, mindig igen nagy mennyiségben, az *Opercularia coarctatának (Epistylis coarctata Clap. & Lachm.),* — két-három egyénből álló fácskáit, valamint egy kis *Amœbát.* Ha az ily folyadékban a rothadás alábbhagy, mint midőn pl. az áztató kádból merített folyadékot hullarészek nélkül hagyjuk állani, az előbbi véglények gyorsan eltünnek s helyettök *Vorticella microstoma,* a *Chilodon Cucullulus* kisebb alakja *(Chilodon uncinatus), Oxytricha pellonionella, Stylonychia pustulata* jelennek meg; csak a mindenütt előforduló *Cyclidium Glaucoma* s a *Cercomonas Termo,* valamint az *Amœbák* élnek tovább, melyekhez még a *Monas Guttula* szegődik. Minthogy e közben Naviculák s egysejtű Palmellaceák (Cloroococcum infusionum, Scenedesmus) is gyors fejlődésnek indultak, a folyadékben pezsgő élet teljesen megváltozik. A növényázalékokban az említett véglények közül mindig hiányzik a *Polytoma Uvella* s a *Colpidium Colpoda*; ez utóbbit állandóan a vele közel rokon *Colpoda Cucullus* helyettesíti, melyet méltán neveztek *«szénaállatocskának» (Heuthierchen),* mivel a szénaázalék domináló alakja.

[1] Phil. Transact. 1677. Nr. 133. Vol. XI. p. 827. v. ö. EHRENBERG, 521.

A felsorolt ázalékállatkáknak s egyéb véglényeknek a rothadó ázalékokban való állandó előfordulása természetesen a legszorosabb összefüggésben áll táplálkozásuk módjával, mely a tiszta vizeket lakókétól lényegesen eltérőnek látszik. Mindezen véglények ugyanis — felfogásom szerint, — táplálkozásukban a *Schizomycetektől* függenek, melyek számokra a táplálékot mintegy előkészítik, a mennyiben ezen a természet háztartásában oly nagyfontosságú szerepre hivatott, parányi lények az általok indított s fenntartott rothadás által egy egész sereg más véglény számára állítják elő a táplálóoldatot, azon *Baktériumtejet* (sit venia verbo!), melyet ezek majd a rothasztó Schizomycetekkel együtt nyelnek el, majd csupán ennek tápláló savóját veszik fel, mint nevezetesen a *Polytomák.*

Az ázalékállatkáktól elnyelt táplálékalkatrészek nem a legegyenesebb úton hatolnak keresztül a bélplasmán, hogy a szájtól az alfelig jussanak, hanem különbözőleg csavarodó keringő pályát írnak le, melyet majd csupán az jelez, hogy az elnyelt testek a pálya mentében az emésztésnek egymást követő különböző stadiumán vannak, majd ismét a bélplasmának élénkebb, majd lassúbb, de szakadatlan keringő áramlása, mint példul. a *Paramecium Bursariánál, Vorticellaféléknél* stb.

Ezen sajátságos keringést, mint fennebb említém, a legtöbb búvár, SIEBOLD-ot követve, a Characeák sejtjeiben s egyéb növénysejtekben észlelhető protoplazma-keringéssel tartja azonosnak; egyes búvárok

azonban egészen másképen igyekeztek értelmezni. CLAPARÈDE és LACHMANN, kiknek felfogásába a plasmaáramlás természetesen nem illik belé, jellemzően jegyzik meg, hogy e két tüneményben, t. i. a Chara-sejtek s a *Paramecium* belsejében való keringésben csakis az a közös, hogy egyiket sem vagyunk képesek ez idő szerint kielégitő módon megmagyarázni.[1] — A nevezett búvárok különben COHN-t[2] követve, a *Paramecium* keringését testűri keringésnek tekintik, s valószínűnek tartják, hogy a testűrt béllelő, de parányiságuk miatt közvetetlenűl nem látható csillószőrös hámsejtek tartják a chymust áramlásban.[3] CARTER ezen hipotétikus csillószőrös hámsejteket, melyeket azóta senki sem látott, plane le is írta.[4] BERGMANN és LEUCKART az elnyelt táplálékok keringő mozgásainak magyarázatát a test parenchymájának váltogatva történő összehúzódásaiban keresi.[5] STEIN végre, mint már fennebb előadtam, mindezektől eltérő magyarázatát adja az áramlásnak, s okát abban keresi, hogy a garaton át behabart táplálékáram hozza keringésbe s tartja keringésben a bélplasmát. Bármennyire kielégitőnek lássék is ezen magyarázat a garattal ellátott csillószőrös ázalékállatkákra nézve, könnyen belátható, hogy a tüneményt még sem képes teljesen megmagyarázni; mert áramlás a szájnélküli *Acinetafélék* plasmájában is észlelhető, a *gyökérlábúak* élénk plasmaáramlására pedig ezen magyarázat teljességgel nem alkalmazható.

A *Flagellátok,* melyeknél EHRENBERG az egy vagy több ostor alapján sejtette a szájnyilást, újabb vizsgálatok szerint, az EHRENBERG-től megjelelt helyen csakugyan el vannak látva szájjal, miként azt CLAPARÈDE és LACHMANN, STEIN, CARTER, JAMES-CLARK, FROMENTEL s BÜTSCHLI vizsgálatai egyaránt megerősitik. Vélemény-eltérés csupán arra nézve lehet, vajjon a *levélzölddel áthasonító Flagellátoknak* is van-e szájuk. Ezen kérdéssel fennebb a lüktető üröcskék tárgyalásánál már tüzetesen foglalkoztam s az ott előadottaknak csupán azon lényegét akarom ismételni, hogy a két ostorvégi üröcske közűl csupán az egyik felel meg a lüktető üröcskének, míg a másik a csillószőrös ázalékállatkák számos képviselőjénél előforduló, általam *nyeldeklő üröcskének* nevezettel azonos, mely némelyeknél, nevezetesen az *Euglenáknál* már régóta ismert jól kifejlődött kürtalakú garaton át veszi fel a vizet: a tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmazó *Flagellátok* ugyanis nem esznek, hanem csak vizet nyelnek el. A *levélzöld nélküli Flagellátok* egy részénél a csupán nyiláskor kivehető, finom garat gyakran szintén nyeldeklő üröcskébe vezet. Ily nyelő készüléket ismert fel STEIN a *Menoidium pellucidumnál, Atracanema teresnél* s a *Phialonema cyclostomumnál.*[1] Az *evő Flagellátok* másik csoportjánál a szájnyiláson betüremlő, finom, csillószőröket soha sem viselő cuticulával borított tágabb, majd egyenes, majd kürtszerűleg csavarodott garat közvetetlenűl a bélplasmába vezet. Ilyen garat jellemzi a STEIN-tól a *Cryptomonas-, Astasia-* és *Scytomonasfélék* családjába foglalt *Flagellátokat.*

Az *alfelnyilásnak,* mely aránylag kevés *Flagellatánál* ismeretes, helye úgy látszik ép úgy változik, mint a csillószőrös ázalékállatkáknál, így például az *Astasiaféléknél* az alfel a test hátsó végén, a *Monasféléknél* oldalt a test közepe táján, vagy ezen alul nyilik.

Állandó szájnyilással vannak még ellátva a véglények között a *Noctilucák,* melyeknek szájszerkezetét illetőleg legyen elég a fennebb előadottakra[2] utalnom.

Hogy azon *gyökérlábúaknál,* melyeknél kéregplasma elkülönülve nincsen, így a *Polythalamiumoknál, Heliozoumoknál* stb. a testfelület minden pontja egyaránt alkalmas a táplálék felvételére, nem szenved semmi kétséget. Vannak azonban mind a sugaras, mind a karéjos állábakat bocsátó gyökérlábúak között olyanok is, melyeket tömöttebb összeállású nem szemecskés kéregplasma határol, — ilyenek pl. az *Euglyphák,* az *Arcellák, Diffiugiák, Amoebák,* — s ezeknél a priori nem látszik egészen lehetetlennek CLAPARÈDE és LACHMANN azon gyanitásképen kifejezett véleménye,[3] melyet újabb időben FROMENTEL teljesen magáévá tett,[4] hogy a kéregplasmán egy állandó szájnyilás van, mely csak a nyelés pillanatában nyilik meg, hogy nyomban ismét teljesen elzáródjék. Közvetetlen észleletek azonban ezen gyanitást épen nem erősitik meg; az *Amoebák* nyelési aktusa legalább a legpontosabb megfigyelésnél is azon beha-

[1] I. p. 37.

[2] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 265.

[3] I. 39.

[4] Clap. et Lachm. u. o.

[5] Anat. physiolog. Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart. (1855) 184.

[1] III. Taf. XXIII. fig. 30—48.

[2] V. ö. 46.

[3] I. 2. 418.

[4] 220.

tást teszi, mintha az alakját folytonosan változtató protoplazmatest táplálékára magát mintegy ráöntené s mintha a kéregplasma bármely pontján képes lenne megnyilni s a benyelt táplálék felett ismét összefolyni. Az egynyilású tokot lakó gyökérlábúak, melyek testüknek egy bizonyos pontján veszik fel táplálékokat, az alakjukat folytonosan változtató *Amoebák*-nál mindenesetre sokkal alkalmasabbak lennének a száj kimutatására, állandó szájnyilást azonban ezeknél sem lehetett konstatálni.

Levélzöld-testecskék s egyéb festőanyagok.

Minthogy a véglényeknél előforduló *festőanyagok* felfogásom szerint a legszorosabb viszonyban állanak a véglények táplálkozásával, legczélszerűbbnek tartom azokat ezen a helyen tárgyalni.

A festőanyagok között élettani jelentőségénél fogva a legelső hely a *levélzöldet* illeti, mely részint mint tiszta smaragdzöld, *szoros értelemben vett levélzöld (chlorophyll)*, részint pedig *phycocyánnal, phycoxanthinnal* és *phycoerythrinnal* keveredve, mint *kékeszöld (phycochrom)*, *bőrszínű (diatomin)* és *vérpiros (rhodophyll)* festőanyag a véglényeknél igen el van terjedve.

Tiszta vagy módosult levélzöld tartalmukkal különösen kitűnnek a moszatokkal oly szorosan összekapcsolt *Flagellátok*, melyek közt azon 15 család képviselői közül, melyeket Stein az állatország tagjainak tekint, a *Dinobryium-*, *Chrysomonas-*, *Volvox-*, *Hydromorium-*, *Chloropeltis-* és *Euglena*-félék valamennyien, a *Chlamydomonas-* és *Cryptomonas*-féléknek pedig egy része tiszta vagy módosult levélzöldet tartalmaz s a növények módjára hasonít át. Ugyanez áll a *Cilioflagellátok* legnagyobb részéről is. A levélzöld ezen *Flagellátok* legnagyobb részénél az egész sejtet szinezi, legfeljebb az ostorvég szintelen, épen mint a moszatok rajzóspóráinál, vagy kisebb-nagyobb területen a farkvég is szintelen, így nevezetesen a *Chloropeltis-* és *Euglena*-féléknél. Ritkábban képez a levélzöld két oldalt lefutó szalagot, mint pl. a *Dinobryium*-féléknél s a *Chrysomonas-* és *Cryptomonas*-félék egy részénél; még ritkábban gömbölyüded, kereken lapított, vagy tojásdad testecskéket, mint pl. némely *Chloropeltis-* és *Euglena*-félének smaragdzöld levélzöldje; vagy végre szabálytalan alakú, karéjos körvonalú testecskéket, mint némely *Peridinium*-félének bőrszínű festőanyaga.

A *Flagellátokon* kívül még számos *csillószőrös ázalékállatka* és *gyökérlábú* is tartalmaz levélzöldet, mely azonban sohasem színezi egyaránt a protoplazmát, hanem gömbölyüded, néha kissé lapított, korongalakú, élesen körülírt testecskék alakjában fordul elő.

A csillószőrös ázalékállatkák között levélzöld tartalmukkal kitünnek a következők: *Vorticella Campanula, Epistylis plicatilis, Ophrydium versatile, Vaginicola crystallina, Stichotricha secunda, Euplotes Charon, E. Patella, Spirostomum ambiguum, Climacostomum virens, Stentor polymorphus, St. igneus, Bursaria chlorostigma, Cyrtostomum leucas, Paramecium Bursaria, Coleps hirtus, Loxodes Rostrum, Amphileptus longicollis, Holophrya Ovum, Enchelys gigas.* Ezen sorozatból látható, hogy a levélzöld-testecskék jelenléte az ázalékállatkáknak nem egy bizonyos csoportját jellemzi, hanem hogy a legkülönbözőbb családokban fordulnak elő levélzöld-testecskéket tartalmazók. A levélzöld-testecskék különben ugyanazon fajnál sem fordulnak elő állandóan, és Stein bizonyára jogosan állítja, hogy két ázalékállatka, mely csupán a levélzöld jelenléte vagy hiánya által tér el egymástól, ugyanazon fajhoz tartozónak tekintendő.[1] Igy pl. az Ehrenberg-től a levélzöld-testecskék jelenlétére alapított *Bursaria vernalis, Coleps viridis* és *Vorticella chlorostigma* bizonyára nem egyéb, mint a *Bursaria (Cyrtostomum Stein, Frontania Clap. et Lachm.) leucasnak, Coleps hirtusnak* és *Vorticella Campanulának* levélzöld testecskéket tartalmazó változata,* a *Stentor Muelleriben* pedig a

[1] I. 65.

* Stein monográfiájának harmadik részében (28.) mellesleg felemlíti, hogy a *Vorticella chlorostigma*, mely kizárólag csak tőzeges mocsárokban él, önálló faj; én ezen *Vorticellát* a Kolozsvár körüli tőzeges mocsárokból igen jól ismerem s összehasonlítván a nagyobb állóvizekben élő azon *Vorticella*-fajjal, melyet én Ehrenberg V. *Campanulájával* (Die Infusionsthierchen. Taf. XXV. fig. IV.) tartok azonosnak, meggyőződtem, hogy, a levélzöld-testecskéket nem tekintve, a két *Vorticella*-faj között különbség egyáltalában nincs, s azért legkevésbbé sem habozhatom ezen két *Vorticellát*, mint azt már egy alkalommal tettem (Az alsóbbrangú állatoknál előforduló levélzöld-testecskék természetéről. Kolozsvári Orvos-természettudományi értesítő. 1876. febr. 25-én tartott szakülés.), egy fajba egyesíteni. Hogy ezen faj csakugyan azonos-e a szerzők *V. Campanulájával*, ezt ez idő szerint, midőn a *Vorticella*-nem fajainak meghatározásánál kizárólag Ehrenberg-nek sok tekintetben hiányos leírására vagyunk utalva, a *Vorticella*-fajok pontos revíziójáig véglegesen eldönteni nem lehet; e miatt azonban azon tényállás, hogy, mint más levélzöldet tartalmazó ázalékállatkáknak, úgy a *Vorticella chlorostigmának* is megvan levélzöldnélküli változata, mit sem veszít értékéből.

Stentor polymorphusnak levélzöld nélküli alakját kell felismernünk. Míg bizonyos ázalékállatkák rendesen levélzöld-testecskéket tartalmaznak, addig másokról épen az ellenkező áll; az előbbiekhez tartozik pl. a *Paramecium Bursaria,* az utóbbiakhoz a *Coleps hirtus, Loxodes Rostrum* stb. Ismét más ázalékállatkák ép oly gyakoriak levélzöld-testecskékkel, mint ezek nélkül, ilyen pl. az *Euplotes Patella* és *Vaginicola crystallina;* ugyanazon lelőhelyen azonban s ugyanazon időben rendesen csak egyik változat fordul elő, sőt bizonyos lelőhelyeken állandóan csak az egyik. Igy pl. én az *Ophrydium versatilét* Kolozsvár körül állandóan levélzöld-testecskék nélkül találtam, míg Európa nyugati részeiből csupán levélzöld-testecskékkel tömött *Ophrydium versatiléről* tesznek említést.* A tőzeges, zsombékos területek különösen gazdagok levélzöldet tartalmazó ázalékállatkákban; ily területek kisebb-nagyobb pocsolyáiban s mocsáraiban *Desmidium-, Palmella-, Volvoxfélék,* ritkább *Chloropeltis-, Euglena-, Peridinium-* fajok és *Heliozoumok* társaságában, mindazon ázalékállatkák, melyekben levélzöld-testecskék egyátalában elő szoktak fordulni, levélzöld-testecskéket tartalmaznak.

A *gyökérlábúak* között számos *Heliozoum* tartalmaz levélzöld-testecskéket, így pl. az *Acanthocystis turfacea* és *A. aculeata,* melyek mindketten levélzöld-testecskék nélkül is előfordulnak; továbbá még a *Ciliophrys infusionum* s némely *Amoebák* is tartalmaznak gyakran levélzöldet.

Mindezen véglényeknél a levélzöld-testecskék a protoplazma-test felületes rétegébe vannak ágyazva, az ázalékállatkáknál a kéregplasmának azon szintjébe, mely a bélplasmába megy át, s innét a bélplasmába is benyomulhatnak, melynek áramlása, mint ez a *Paramecium Bursariánál* régóta ismeretes, a testecskéket magával ragadja.

Vajjon mily természetűek ezen zöld testecskék s mily élettani feladatra szolgálnak azon véglényeknél, melyek szilárd táplálékot vesznek fel s nem a növények módjára hasonítanak át?

Hogy a szóban forgó testecskék nem peték, miknek Ehrenberg tartotta, ez mainap minden kétség felett áll. Siebold adott először azon valószínűségnek kifejezést, hogy az ázalékállatkák, nem különben a Hydra viridis s némely örvénykének az ázalékállatkákéval teljesen megegyező zöld testecskéi, ugyanazon festőanyagtól nyerik színöket, mely a növényországban annyira el van terjedve, t. i. a levélzöldtől.[1] Cohn mutatta ki azután mikrochemiai reágensek alkalmazásával, hogy a *Paramecium Bursariának* zöld testecskéi csakugyan levélzöldet tartalmaznak s azonosak a növények levélzöld-testecskéivel.[2] Cohnnal egyidejűleg, de tőle egészen függetlenül Schultze Miksa hasonlóképen kimutatta, hogy az örvénykék (Vortex viridis, Mesostomum viridatum) zöld testecskéit, melyek mindenben megegyeznek a Hydra viridisnek s az *ázalékállatkáknak* gömbölyű testecskéivel, a növények levélzöldjével azonos festőanyag színezi.[3] — Cohn végre egy későbbi dolgozatában alkalmilag felemlíti, hogy 1867-ben dr. Schröterrel végezett vizsgálatai alatt meggyőződött, hogy az *Ophrydium versatile* borszeszes festőanyag kivonatának színképe semmiben sem különbözik a növények levélzöldétől.[4] Ezek után mai nap véglegesen eldöntöttnek kell tartanunk, hogy az ázalékállatkáknak, valamint a Hydra viridisnek s némely örvénykének zöld testecskéit csakugyan levélzöld színezi.*

* Én a Kolozsvár körül előforduló levélzöldnélküli *Ophrydiumról,* melyet több év óta ismerek, már 1876-ban tettem említést (Kolozsvári Orvos term. tud. ért. 1876. febr. 25.), azonban csak a következő évben közölte Wrzesniowski, kinek az én magyar nyelven tett feljegyzésemről természetesen semmi tudomása sem lehetett, a tudományos világgal, hogy az *Ophrydium versatilének,* mely eddigelé csupán levélzöldet tartalmazó alakjában volt ismeretes, Varsó körül felfedezte levélzöldnélküli változatát, az *O. hyalinumot* (Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XXIX (1877) 298.

[1] Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) 274.

[2] Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 264.

[3] Beiträge zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald. 1851. p. 16.

[4] Ueber parasitische Algen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. II. H. Breslau. 1872. p. 88.

* A metazoumok között az ázalékállatkákével teljesen megegyező levélzöld-testecskék nagy elterjedésben fordulnak elő az örvénykéknél. Schultze ugyan határozottan kiemeli, hogy a Vortex viridisen kívül csupán csak még a Mesostomum viridatum (= Typhloplana viridata O. Schm.) tartalmaz levélzöld-testecskéket, azonban már Schmidt Oszkár is ismert egy harmadik zöld örvénykét (Hypostomum viride O. Schm.), melyről megjegyzi, hogy szép fűzöld színe nem finoman elosztott festő anyagtól, hanem, mint bizonyos ázalékállatkáknál, nagyobb zöld gömböcskéktől származik (Die rhabdocoelen Strudelwürmer des süssen Wassers. Jena. 1848. p. 30.) Schmarda Auckland mellett Új-Seelandban talált egy egészen zöld Turbellariát (Chanestomum crenu-

Ezen tényállás bebizonyítása által azonban a fennebb felvetett kérdések megoldva még épen nincsenek; ennek megkisértésére lássuk mindenekelőtt ezen levélzöld-testecskéknek finomabb szervezetét.

Schultze vizsgálatai szerint a Vortex viridis levélzöld-testecskéi, melyekkel az ázalékállatkáknál előfordulók teljesen megegyeznek, majd egyenkint sűrűn szétszórt, majd csoportokba egyesült 0·0005—0·004‴ átmérőjű, finom hártya borította testecskék; festőanyaguk a tiszta levélzöld reákczióját mutatja; belsejükben mintegy 0·0003—0·0005‴ színtelen gömbölyű magot rejtenek, mely majd közepett, majd oldalt van elhelyezve; szaporodásuk osztás által történik, miközben 1—4 befűződés által ugyanannyi fiók-gömböcskére esnek szét, melyek az anyatestecskének nagyságát elérve, ismét oszlanak.[1]

Balbiani szerint a *Stentor polymorphus* levélzöld-testecskéi egészen a növénysejtek levélzöld-testecskéi módjára oszlanak 2—3—4 részre. Rajzain a burok nincs feltüntetve.[2]

latum Schm.) s rajza után itélve, az új-dél-walesi Vortex trigonoglena is tartalmaz szétszórt levélzöld-testecskéket (Neue Turbellarien, Rotatorien und Anneliden beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde. 1853 bis 1857. Leipzig. 1859. p. 4. Taf. I. fig. 13. és p. 6. Taf. I. fig. 6.). T. barátom, Parádi Kálmán, ki több év óta foglalkozik a Kolozsvár körül előforduló örvénykék tanulmányozásával, szíves volt velem közölni, hogy a fentebbieken kívül levélzöld-testecskéket még a Vortex truncatus, Derostomum unipunctatum, D. Schmidtianum s egy valószínűleg egészen új Derostomum-faj is tartalmaz. Geddes továbbá igen érdekes adatokat közölt újabb időben a bretagnei partokon élő levélzöldet tartalmazó Planariákról, melyek, mint a növények, a levegő szénsavát szétbontják, élenyt választanak ki és sötétben elhalnak. (V. ö. Kosmos. Zeitschr. f. einheitliche Weltanschauung. III. Jahrg. 1879. p. 216.)

Az örvénykéken s a zöld Hydrán kívül levélzöld-testecskék fordulnak még elő az édesvízi spongillában (Sorby, Quatr. Journ. microsc. sc. 1875. Vol. XV. p. 47. v. ö. Semper, Die natürl. Existenzbedingungen der Thiere. I. Th. Leipzig. 1880. p. 257.)

Vajjon a Bonellia viridis, melyet a levélzöldet tartalmazó állatok sorában szoktak felemlíteni, csakugyan levélzöldnek köszöni-e színét, azt egyelőre eldöntetlennek kell tartanunk; Schenk ugyanis azt állítja, hogy ezen Gephyrafélének festőanyaga csakugyan levélzöld (Sitzungsb. der kais. Akad. Wien. 1875. B. 77.), Sorby-t ellenben igen alapos vizsgálatai épen az ellenkező felfogásra, t. i. arra vezették, hogy a Bonellia festőanyaga a levélzöldtől lényegesen különbözik (v. ö. Semper, id. h.).

[1] Id. m. és h.

[2] V. ö. Claude-Bernard, Leçons sur les phénoménes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. Paris. (1878) 212. Pl. fig. 1. A. B.

Én a véglények levélzöld-testecskéit, melyek az állati módon táplálkozó véglényekre nézve ép oly idegenszerűek, mint a szövetekből összetett állatokra, hosszasan tanulmányoztam s tanulmányaimnak e tárgyra vonatkozó eredményét már ezelőtt négy évvel kivonatosan közzé is tettem.[1]

Az ázalékállatkák s gyökérlábúak levélzöld-testecskéi (nem különben a Hydra viridis és az örvénykék testecskéi is), vizsgálataim szerint, mintegy 0·004—0·01 mm. nagyságú gömbölyű, ha szorosan egymás mellett állanak gyakran sokszögletes, ritkán tojásdad, néha (pl. az *Euplotes Patellánál)* lapított korongalakú testecskék, melyek gyakran szerfelett finom, a testecskéket közvetetlenül megfekvő s nehezen kivehető, máskor ismét meglehetős vastag, víztiszta, kocsonyás burok által vannak körülzárva, épen úgy, mint számos Palmellafélének sejtjei. A gömböcskéknek többnyire egész állománya tiszta smaragdzöld, a nagyobbaknál azonban gyakran megkülönböztethető a zöld kéregrétegen belül egy színtelen, szemecskés plasmagömb, a *mag;* csaknem állandóan megkülönböztethető továbbá egy majd igen élesen körülírt, majd, reagensek nélkül, csupán erősebb fénye által kitűnő, többnyire oldalt álló gömböcske. Ez azon gömböcske, melyről Schultze is említést tesz s mely kétségkívül azonos a moszatoknál s több *Flagellátnál* annyira elterjedt ú. n. *levélzöld hólyagocskával (Chlorophyllbläschen* Naegeli*), keményítő maggal (Amylumkern* De Bary*), keményítő gömbbel (Stärkekugel* Stein). A duzzadt burkot s a levélzöld-hólyagocskát Schultze-n kívül Greeff is felismerte az *Acanthocystis turfaceának* levélzöld-testecskéin.[2] Nagyobb levélzöld-testecskék még gyakran néhány erősen fénytörő, színtelen, szilárd szemecskét tartalmaznak, melyek egészen a keményítő-testecskékhez hasonlítanak; jód hozzáadására azonban nem kékülnek meg, s nyilván azonosak az *Euglena-* és *Chloropeltisfélék paramylumjával.* A *Stentor igneusnak* aránylag igen nagy levélzöld-testecskéi kisebb-nagyobb mennyiségben egészen olyan ametisztszínű vagy vérpirosba hajló szemecskéket tartalmaznak, mint némely moszatsejtek, nevezetesen a Cosmariumok. Ugyanily sze-

[1] Az alsóbb rangú állatoknál előforduló levélzöld-testecskék természetéről. Kolozsv. Orv.-term. tud. értesítő 1876. febr. 25.

[2] Ueber Radiolarien und Radiolarien-artige Rhizopoden des süssen Wassers. AN. V. Taf. 26, fig. 10.

mecskék nagy mennyiségben szabadon is fordulnak elő a *Stentor igneus* kéregplasmájában, melyek ennek sajátságos vöröses ametiszt színt kölcsönöznek, s mivel ezen szemecskékkel egészen telezsufolódott levélzöld-gömböcskéket gyakran szétesésben lehet találni, alig férhet kétség hozzá, hogy a *Stentor igneus* színét kölcsönző szemecskék a — levélzöld-testecskék termékei. A *Stentorok* levélzöld-testecskéin végre erős nagyítás s éles világításnál végzett megfigyelésénél néha még két világos foltot lehetett megkülönböztetnem, melyek mint a lüktető szemecskék váltogatva megjelentek s ismét elenyésztek, s melyeket valószínűleg BALBIANI is látott s világos kerek foltoknak rajzolt. A testecskék szaporodása, miként SCHULTZE és BALBIANI leírta, oszlás útján történik; még pedig majd egymás után oszlanak 2—4 részre, majd egyszerre lép fel 4, de még sokkal gyakrabban 3, a testecskék középpontján találkozó osztó sík, s az ilyen módon létrejövő 3-as oszlási csoportok a leggyakoriabbak.

Az előadottakból látható, hogy a véglények levélzöld-testecskéi több részlet által eltérnek a növények levélzöld-testecskéitől, ellenben nagyon megegyeznek a Pallmellaceákhoz tartozó egysejtű moszatokkal, s méltán ébredhet azon sejtelem, hogy voltaképen nem is tartoznak az illető véglényekhez, hanem külön, önálló szervezetek, melyek az illető véglények kéregrétegébe (illetőleg bizonyos állatok entodermájába vagy mesodermájába) csupán befészkelték magukat, teszem REINKE, JANCZEWSKI, COHN, KNY, STRASBURGER, REINSCH és SCHULZE E. F. vizsgálatai szerint, a számos Palmellacea, Zoosporea, Floridea és Phycochromacea különböző növények és szivacsok szöveteibe.

Ezen feltevés helyességének nagy valószínűsége mellett szól a *Radiolárok* ú. n. sárga sejtjeinek CIENKOWSKI-től felismert természete, mely sejtekkel GREEFF és mások, felfogásom szerint, annál jogosabban tekintik a *Heliozoumok* zöld testecskéit homologoknak, minthogy némely *Heliozoum*, pl. az *Acanthocystis spiniferának*[2] testecskéit nem zöld, hanem sárga festőanyag színezi. — Ezen sárga sejtek, melyek tudvalevőleg bizonyos *Radiolárok* tokonkívüli sarcodéjába vannak ágyazva, meglehetős vastag, színtelen burokkal körülzárt mintegy 0·005—0·025 mm. nagyságot elérő, gömbölyüded vagy tojásdad, sárgásbarna festőanyaggal színezett testek, jól kifejlett maggal s gyakran néhány keményítőszemecskével.

Szaporodásuk, mint már MÜLLER JÁNOS is ismerte, oszlás útján történik. CIENKOWSKI azon észleletére támaszkodva, hogy a *Sphaerozoumok* sárga sejtjei a *Radiolár* elhalta után vastag, kocsonyás burokkal veszik magokat körül, melyet egy idei pihenés után ismét elhagynak s azután oszlás útján szaporodnak s szabadon tovább élnek, bizonyára jogosan alapította azon, már fennebb előadott felfogását, hogy a sárga sejtek a *Radiolárok* szervezetének kiegészítő részei nem lehetnek, hanem önálló, egysejtű szervezetek.[1] HERTWIG RIKHARD, ki CIENKOWSKI felfogását előbb határozottan elvetette,[2] csakhamar feléje kezdett hajlani,[3] mig legújabban egész határozottsággal magáévá tette azt, még pedig azon vizsgálatok alapján,[4] hogy a *Radiolárok* sárga sejtjeivel teljesen megegyező szervezetű barna-sárga, vagy sárga-zöld sejtek egészen állandóan előfordúlnak bizonyos Actiniák (Anthea Cereus, A. cinerea, Adamsia diaphana, Actinia aurantiaca) entodermjének sejtjeiben, mig másokban egészen hiányoznak, vagy csak szórványosan fordúlnak elő. «Tekintetbe véve a kimutatott előfordulási módot,— mondja a két HERTWIG,[5] — kevés látszik a mellett szólani, hogy a sárga sejtek az Actiniák szövetének normalis alkatrészei. Hogyan lehetne különben, hogy egyes fajoknál az egész entodermben el vannak terjedve, más közel rokon fajoknál egészen hiányoznak, vagy a mi még kevésbbé magyarázható meg, csak egészen sporadikusan találhatók. Ellenben oly jelenségek ezek, melyek élősdi szervezetek elterjedésénél a rendes megfigyelések közé tartoznak. Közel rokon állatfajok közül egyesek tudvalevőleg kedvező tanyát szolgáltatnak idegen betolakodók számára, míg másik ismét csekélyszerű s nehezen megállapítható okokból immunitással vannak ellenökben felruházva». Hogy az Actiniák sárga sejtjei egészen önálló szervezetek, e mellett szól továbbá még azon

[1] V. ö. COHN, Ueber parasitische Algen. Beiträge z. Biologie der Pflanzen. II. H. Breslau (1872) 87. REINSCH Beobach. üb. entophyte u. entozoische Pflanzenparasiten. Bot. Zeit. 1879. No. 2—3. REINKE, Zwei parasitische Algen. Bot. Zeit. 1879. No. 30. F. E. SCHULZE. Untersuch. üb. den Bau und die Entwickl. der Spongien. ZWZ. XXXII. (1878) 147.

[2] GREEFF. Ueber Radiolarien etc. AMA. V. (1869) 493

[1] Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. 1871.

[2] Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig. (1876) 19.

[3] Der Organismus der Radiolarien. Jena. (1879) 118.

[4] OSCAR und RICHARD HERTWIG, Die Actinien anatomisch und histologisch untersucht. Jena. (1879) 39—44.

[5] Id. m. 42

körülmény, hogy nagy mennyiségben előfordulnak az Actiniáktól kiválasztott nyálkában, melynek foszlányaiban tovább élnek és szaporodnak. Ezen észleletekre támaszkodva Hertwig, előbbi felfogását elhagyva, jogosan kimondhatta, hogy az oly különböző lényeknek, Radiolárok- és Actiniáknak látszólag szervezetéhez tartozó sárga sejtek, betolakodott önálló szervezetek, azaz: az élősdiséget tágabb értelemben használva, egysejtű élősdi lények.

Ha ezek szerint véglegesen eldöntött ténynek tarthatjuk azt, hogy az Actiniák entodermjében s a *Radiolárok* tokon kívüli sarcodéjában előforduló sárga sejtek önálló, külön szervezetek: vajjon a priori nem bir-e a legnagyobb valószínüséggel azon feltevés, hogy a zöld Hydrának entoderm-sejtjeiben, a *Heliozoumok* protoplazma-testének külső rétegében s a különböző ázalékállatkák kéregrétegében, valamint az örvénykék mesodermjében előforduló zöld gömbök, melyeket a *Heliozoumok* egyes búvárai a sárga sejtekkel homologoknak tartanak, szintén önálló szervezetek, egysejtű moszatok, s nem tartoznak az illető véglénynek vagy állatnak szervezetéhez? Hiszen ezen ú. n. levélzöld-testecskék, szervezeti viszonyaikat tekintve, megegyeznek a Palmella-félékkel, nevezetesen ama a Chlorococcum infusionummal valószínüleg azonos Palmella-félével, mely Reinsch vizsgálatai szerint[1] gyakran található a Sphagnum latifolium leveleinek sejtjeiben, s miként észleleteim szerint hozzá tehetem, a Rhaphidium-, Leptothrix-, Anabaena- és Nostoc-fajokkal együtt a legkülönbözőbb vízi növények (pl. Potamogetan, Lemna, Chara) szöveti elemeiben.

A mi mellett már a priori a legnagyobb valószínűség szól, azt a zöld testecskéknek a végleny testén kívül való tenyésztésére irányuló kísérleteim minden kétség fölé emelték. Ezen kísérleteknél a puszta szemmel is jól látható *Stentor polymorphust* használtam, melynek több egyénét finom gerelylyel szétténtem s tiszta forrásvizet tartalmazó óraüvegben nedves kamarába tettem s napról-napra vizsgálván, meggyőződtem, hogy a zöld testecskék a *Stentorok* szétroncsolt czafataiban tovább élnek és szaporodnak. Az észlelés első napjaiban a szétszakgatott *Stentorokon* természetesen baktériumok jelennek meg, melyek a zöld testecskék nagy részét elpusztítják, ha azonban a vízet időről-időre óvatosan leöntjük s frissel cseréljük fel, a baktérium-epidemia ismét megszűnik s a zöld gömbök üde zöld színüket megtartva, szaporodnak, növekednek s belőlük különböző egysejtű Palmellaceák: Scenedesmus- (Rhaphidium-), Palmella-, Chlorococcum-fajok, Chlamydomonasok és Euglenák fejlődnek, sőt egyes gömbök még csírázásnak is indulnak és Stygeoclonium-fonalakká nőnek ki.

[1] Bot. Zeitg. 1879. Nr. 2. p. 24.

Ezen kísérlet kettőt bizonyít; először azt, hogy az ú. n. levélzöld-testecskék önálló szervezetek, melyek nem tartoznak a veglény szervezetéhez s azért ezeket ezentúl *állevélzöld-testecskéknek* akarom nevezni; másodszor pedig azt, hogy különböző moszatok és zöld *Flagellátok* képesek az ázalékállatkák plasmájában a Palmella-félék bélyegeivel biró igen apró gömböcskék alakjában tenyészni, mi teljes összhangzásban áll Cienkowski-nak azon állításával, hogy igen valószínű, hogy a Palmelláceák nagy része más moszatoknak csupán egyik tenyészési alakját képviseli.[1]

Az állevélzöld-testecskéknek faj szerint meghatározható moszatokká való átalakulását különben már az élő ázalékállatkákban is lehet észlelni. Legalkalmasabb erre ismét a *Stentor polymorphus,* melynél, ha hosszabb ideig tartatik oly vízben, mely időről időre nem újíttatik meg, a zöld gömböcskék átalakúlnak, s az ily *Stentorok* lassankint az említett moszatoknak, *Flagellátoknak* s egy-két sejből álló satnya maszatfonalaknak valóságos élő gyűjteménytáraivá válnak s a kéregplasmából lassanként bele nyomódnak a bélplasmába, a hol megemésztetnek, s a zöld *Stentorok* végre egészen színtelenekké válhatnak. Az sem ritka eset, hogy egyes ily megváltozott «*levélzöld-testecskék*» a *Stentor* vízedényébe nyomúlnak, s azon vígan uszkáló két *Euglena,* melyet Stein egy *Stentor* vizedényében ábrázol,[2] nehezen jutott a bélplasmából a vízedénybe, miként Stein véli, hanem nyilván a kéregplasmában fejlődött s innen nyomult a vízedénybe.

Az ázalékállatkák zöld testecskéi természetének felismerésére igen tanúlságos tárgyat képez a *Stichotricha secunda* is. Ezen ázalékállatkának azon példányai, melyek tőzeges pocsolyákban gyakran töménytelen mennyiségben találhatók, sűrűn álló s egészen egyforma zöld gömböcskéket tartalmaznak, míg a nagyobb álló vizekben élő példányok vagy színtele-

[1] Ueber Palmellen-Zustand bei Stygeoclonium. Bot. Zeit. 1876. Nr. 2. u. 5. p. 70.

[2] II. Taf. V. fig. 2. X—X.

nek, vagy csak egyes kisebb-nagyobb zöldtestecskét tartalmaznak, melyek között egyes Scenedesmus csoportok s egyéb Palmella-félék jól felismerhetők. Ugyanezt találtam egy örvénykénel, a Vortex truncatusnál is, mely mesodermjében többnyire gyéren elszórt, részint a növények levélzöld-testecskéinek nagyságával s alakjával bíró testecskéket, részint jól felismerhető Palmella-féléket tartalmaz.

Némely *Heliozoumok* zöld, vagy sárga testecskéiket néha önkényt kivetik testökből; ezt tapasztalta GREEFF az *Acanthocystis turfaceánál* s az *A. spiniferánál*,[1] én pedig ehhez saját vizsgálataim után hozzá tehetem, hogy az *Acanthocystis aculeata* betokozódását megelőzőleg állandóan kiveti állevélzöldtestecskéit, melyek az *Acanthocystis* tüskés kovavázán belűl, — melyet az összehuzódott és betokozódott *Heliozoum* nem tölt ki egészen — Palmellaalakban addig szaporodnak, míg végre a vázat szétrepesztik.

Hogy különben a *Heliozoumok* zöld testecskéi nem tartoznak a gyökérlábú szervezetéhez, ennek valószínűségét az *Acanthocystis aculeátán* tett észleletekre támaszkodva, már előttem kimondotta HERTWIG R. és LESSER.

«Ha a táplálkozásra szolgáló szervezetek nem szinteleneк, — mondják a nevezett búvárok,[2] — hanem zöld növényrajzók, ez esetben az áthasonítás folyamata magától érthetőleg egészen hasonló (azaz a leírt) módon történik, csupán azon különbséggel, hogy a szürkéskék, tojásdad, vagy gömbölyüded testek helyett levélzöld-szemecskék képződnek. Igy midőn egy általunk közelebbről nem ismert moszatból számtalan rajzóspóra bújt ki, az addig csaknem szintelen Acanthocystidák rövid idő alatt sűrűn megteltek levélzöld-szemecskékkel, mialatt a kis rajzók elkábulva, tömegesen megragadtak az állábakon. E szerint jogosan véljük feltehetni, hogy a levélzöld-szemecskéket nem szabad azon *Heliozoumok* szervezetéhez és létezéséhez szükségkép tartozóknak tekinteni, melyeknél előfordulnak, s hogy a morfologiailag fontos testzáradékok sorozatából kitörlendők.»

Igen nagy bizonyító erővel szól továbbá a mellett, hogy a Heliozoumok zöld testecskéi nem tartoznak az illető gyökérlábú szervezetéhez, ARCHER-nak azon állítása, hogy a zöld testecskéket kettős ostorral el-látott rajzók alakjában látta egy zöld Actinophrys-féléből előtörni.[1]

A mit HERTWIG R. és LESSER a *Heliozoumok* állevélzöld testecskéiről állítanak, azt az előadottak alapján úgy hiszem, egészen jogosan általánosíthattam s nem lőttem túl a czélon, midőn már ezelőtt négy évvel kimondottam, hogy a csillószőrös ázalékállatkák, gyökérlábúak s egyes alsóbb állatok ú. n. levélzöld-testecskéi nem tartoznak ezeknek szervezeti alkatrészei közé, hanem apró, gömbölyüded sejtek alakjában tenyésző, betolakodott moszatok, s valóban kellemesen lepett meg, hogy SEMPER egy legújabban megjelent, adatok s eszmékben egyaránt gazdag munkájában, az enyémmel teljesen megegyező felfogásnak adott kifejezést.[2]

Kérdés már mostan, milyen módon jutnak az állevélzöld-testecskék a véglénybe s az alsóbb állatok szöveti elemeibe? E kérdésre, legalább a *Heliozoumokra* vonatkozólag, HERTWIG R. és LESSER fennebb idézett szavaikban már megadták a feleletet s én ehhez csak annyit tehetek hozzá, hogy ugyanily módon jutnak a csillószőrös ázalékállatkákba is. Mindazon ázalékállatkák, melyeket állevélzöld testecskék előfordulása jellemez, vagy mindenevők, vagy olyanok, melyek kiválólag egysejtű moszatokkal és zöld *Flagellátokkal* táplálkoznak, a miből nagy valószínűséggel vonhatjuk azon következtetést, hogy a szájon át vétetnek fel. Hogy csakugyan így áll a dolog, erről direkt észleletek útján is sikerült meggyőződnöm oly ázalékállatkákon, melyek csak ritkán tartalmaznak állevélzöldtestecskéket. Ilyen pl. a *Coleps hirtus* s az *Enchelys gigas*, melyek közűl az utóbbi csak kényszerűségből elégedik meg csillószőrös ázalékállatkák-, különösen *Vorticellafélék* helyett zöld *Flagellátokkal* s Palmella-félékkel. Ha ezen ázalékállatkák nagy mennyiségű *Euglenákat, Chlamydomonosokat,* s Palmellaféléket nyelnek el, ezek közül egyesek az ázalékállatka bélplasmájából egészen mechanikailag a kéregplasmába nyomatnak s a megemésztetés veszélyét szerencsésen kikerülve, szaporán egymásra következő oszlás útján állevélzöld-testecskékre esnek szét, melyek a kéregplasmát tenyésztő helyül elfoglalják.

Igen valószínűnek tartom, hogy vagy közvetetlenül, vagy elnyelt zöld ázalékállatkák közvetítése útján, lé-

[1] Id. m. 484 és 493.

[2] Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. AMA. X. Suppl.-Heft. (1874) 203.

[1] Journ. micr. sc. 1870. p. 307. V. ö. LEUCKART: Bericht etc. AN. 38, Jahrg. II. (1872) 343.

[2] Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. I. Th. Leipzig. (1880) 87—93.

nyegében tehát ugyan ily módon jutnak az örvénykék s a zöld Hydra is állevélzöld-testecskékhez.

A véglényekben s némely alsóbb állatba befészkelődött levélzöld-testecskék élősdieknek kétségkívül nem tarthatók; én a közöttük és vendégszerető gazdájuk közötti viszonyt hasonló érdekközösségen alapuló konzorcziális viszonynak tekintem, a minő bizonyos gomba-hyphákuak, az ú. n. gonidiumokkal, azaz bizonyos moszatokkal egy szervezetté való szoros összeszövődése útján, miként a mai nap csaknem általánosan elfogadott SCHWENDENER-féle felfogás tanítja, a zúzmóknak (Lichenes) változatos alakú telepeit hozza létre. Ezen felfogást én már többször idézett előadásomban kifejeztem, s kellemesen lepett meg, hogy SEMPER-nél is úgyanezen hasonlattal találkoztam.[1]

Ezen annyira különböző szervezetek szövetkezésénél, mindkettő tetemes előnyökben részesül: az állevélzöldtestecskék gazdájuk testében nem csupán biztos hajlékot nyernek, hanem a protoplazmatestet, illetőleg a szöveteket átáramló vízben, mely a színtelen gazdának anyagforgalmi bomlási termékeit magába felveszi, gazdag s szakadatlan táplálékforrás áll rendelkezésükre; a zöld zsellérek viszont gazdáik számára folytonosan élenyt fejlesztenek s lakbér fejében ezen nélkülözhetetlen éltető elemmel kedveskednek.

Nem hagyhatom e helyen említés nélkül, hogy azon jelenség, melyet GEDDES a bretagnei partok zöld Planariáin észlelt, melyek, mint a moszatok rajzóspórái, az aquariumnak mindig a világosság felé tekintő oldalát keresik,[2] legkevésbbé sem új; feljegyezte ugyanezt már SCHULTZE M. a Vortex viridisről,[3] s hogy az állevélzöld testecskéket tartalmazó véglények szintén a világosságot keresik, ez a véglénybúvárok előtt régóta ismeretes s minden esetre abban leli megfejtését, hogy a létért való küzdelemben azoké az előny, melyek a zöld lakóik végezte élenygyártást lehetőleg elősegítik, mit — mivel a szénsavnak a levélzöld által történő szétbontatására s az élenynek szabaddá tételére a fény múlhatatlanúl megkívántatik — oly módon érnek el, hogy a fényt igyekeznek felkeresni. Valamint a létért való küzdelem hozta létre a zöld és színtelen szervezeteknek konzorcziális szövetkezését: úgy ismét a létért való küzdelem az, mely a mindkét félre előnyös szövetség fennállását biztosító életmódi viszonyokat szabályozza.

[1] Id. m. p. 91.

[2] Comptes rendus T. 87. p. 1093. V. ö. Kosmos. 3. Jahrg. 3. H. (1879.) 216. Továbbá Termtud. közl. 11. köt. 121. füz. 1879. p. 357.

[3] Beitr. zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald. (1851) 17.

Bizonyos szenzácziót keltett GEDDES vizsgálatainak azon eredménye, hogy a bretagnei partok zöld Planáriái a napfény behatása alatt 43—52% élényt tartalmazó légbuborékokat választanak ki, sötétben pedig 2—4 nap alatt elhalnak, s e szerint valóban úgy látszik, mintha a világosság behatása alatt, mint a zöld növények «levegőből élnének».[1] Ez azonban minden esetre csak látszat, mert az élenyt szabaddá tevő zöld testecskék bizonyára a bretagnei Planáriáknál sem a féreg szervezetéhez hozzátartozó valódi, hanem állevélzöld-testecskék, s a sötétben való elhalás legfeljebb a mellett szólhat, hogy a szóban forgó Planáriák szervezete annyira alkalmazkodott a szövetein belől véghez menő lélekzéshez, melyre az élenyt a bennök tenyésző állevélzöldtestecskék szolgáltatják, hogy azon esetben, midőn ezek fény hiányában a szénsavat nem bonthatják szét, mint valamely gazdájából kivett élősdi, nyomorultan elvesznek. Ezen sötétben való elhalás okát azonban felfogásom szerint, másképen, sokkal egyszerűbben is lehet magyarázni. Ha ugyanis GEDDES kísérleteinél kevés vízben tartotta Planáriáit sötét helyen, ez esetben, minthogy a vízben elnyelt levegő élenyét kiélték, természetesen el kellett pusztulniok; hasonló körűlmények között azonban más Planáriák vagy bármely más, vízből lélekző állatok is megfulnak. A különbség csak abban áll, hogy a zöld Planáriák világos helyen kevés vízben is életben maradhatnak, mert állevélzöld-testecskéik a Planáriáktól kilélekzett szénsavat folytonosan szétbontván, a vizet élenynyel látják el, míg a zöld testecskéket nem tartalmazó Planáriák, vagy más vízi állatok, kevés vízben világos helyen is elpusztulnak, de mint mindenki tudja, kevés vízben is könnyen életben tarthatók, azonban, mint a zöld Planáriák, csak világos helyen, s csakis akkor, ha a vízben velük együtt moszatokat tenyésztünk.

Hogy a zöld Planáriák sötétben való elhalásának ezen magyarázata sokkal valószínűbb, e mellett szól azon körülmény, hogy GEDDES szerint a Planáriák sötétben is 2—4 napig éltek; e mellett szól továbbá az, hogy SCHULTZE M. kisérletei szerint a Vortex viridisnek négy héten át sötét helyen tartott s egészen elszíntelenedett egyénei állevélzöld-testecskék nélkül is megéltek[2], és saját vizsgálataim után állíthatom,

[1] Kosmos, III. Jahrg. 1879.

[2] Id. m. id. h.

hogy a véglények is minden veszély nélkül kiállják állevélzöld-testecskéiknek bármely okból bekövetkező elpusztulását, míg a sötétben tartott *Euglenák*, melyeket szervezetükhöz tartozó levélzöld színez, sötétben tartva nagy mennyiségű vízben is elhalnak s baktériumoktól pusztíttatnak el.

A haszon azonban, melyet az állevélzöld-testecskék a véglényeknek nyujtanak, nem egyedül élenyfejlesztésre szorítkozik, hanem a lakók gazdáik számára még közvetetlenül táplálékot is szolgáltatnak. A folytonosan szaporodó állevélzöld-testecskék egy része ugyanis egymásután belenyomúl az emésztő bélplasmába, s itt, mint valamely közvetetlenül kivülről felvett táplálék, megemésztetik. A *Paramecium Bursariáról* régóta ismeretes, hogy állevélzöld-testecskéinek egy része a bélplasmával együtt áramlik s igen könynyen meglehet arról győződni, hogy a bélplasmába jutott testecskék csakugyan meg is emésztetnek. Némely ázalékállatkákat ezen kényelmesen szerzett táplálék teljesen kielégít, kívülről alig vesznek fel szilárd táplálékot s csupán vizet habarnak garatjokon át belsejökbe. Ilyenek nevezetesen a *Paramecium Bursaria, Vorticella Campanula-* és a *Vaginicola crystallinának* zöld egyénei, melyek csak ritkán tartalmaznak idegen záradékokat, ellenben mindig lehet bélplasmájokban az emésztés különböző stadiumán lévő állevélzöld-testecskéket találni. Ezen ázalékállatkáknál az állevélzöld-testecskék egészen azon szerepet játszák a véglény háztartásában, mint a gonidiumok a zuzmókéban: ezek készítik ugyanis vízben oldott szervetlen vegyületekből azon szerves vegyületeket, melyek a zuzmók telepét képező konzorcziumban a színtelen hyphákat, a véglényeknél pedig magát a színtelen protoplazma-testet táplálják.

Azon különböző színű és színárnyalatú festőanyagokról, melyek számos, állati módon táplálkozó véglénynek plasmáját, még pedig leggyakrabban (nevezetesen az ázalékállatkáknál) ennek kéregrétegét, majd egyenletesen, majd szerfelett finom molekuláris szemcsék alakjában színezik, számos esetben közvetetlenül kimutatható, hogy nem az illető véglény saját termékei, hanem a táplálékúl szolgáló, tiszta, vagy módosult levélzöldet tartalmazó moszatoktól s *Flagellátoktól* erednek, melyeknek festőanyaga az emésztés alatt bizonyos színváltozást szenvedvén, az evő véglény plasmájába lerakódik s annak bizonyos színt kölcsönöz. Stein volt az első, ki egy csillószőrös ázalékállatka, a *Nassula ambigua* festőanyagának a táplálékból való eredetét kimutatta. Ezen ázalékállatkának testállománya, — mondja Stein,[1] — eredetetileg egészen színtelen, a legtöbb egyénnél azonban a feloldott táplálékoktól többé-kevésbbé sötét rozsdavörösre van színezve, hasonló módon, mint a *Chiladon ornatusnál.* Ezen állatok tápláléka ugyanis Oscillatoriákból áll, melyeknek gyakran oly hosszú fonalait nyelik el, hogy testök természetellenesen megnyúlik s szétfeszíttetik. Emésztés alatt az Oscillariák szétesnek korongalakú ízekre, melyek előbb rézrozsda-zöld, később szennyes kék s végre rozsdabarna színt váltanak, utoljára pedig fínoman szétoszló állománynyá oldódnak, mely a test tartalmát egyenletes rozsdavörösre színezi. Cohn a *Nassula elegansnak* különböző színű festőanyagairól, melyek részint a sárgásbarnának, kéknek és ibolyaszínnek különböző árnyalataiban oldva fordulnak elő a bélplasmának emésztő üröcskéiben, s Ehrenberg-től külön mirigyek által elválasztott epének tartattak, részint pedig a kéregplasmát színezik majd halványabb, majd sötétebb téglavörösre, szintén azt tartja, hogy az elnyelt Oscillariák phykochromjától származnak, mely festőanyagra jellemző, hogy részint már az élő moszatban, részint pedig annak bomlása alatt rézrozsda-zöld, indigókék, ibolya, bíbor, olajzöld, barnasárga színárnyalatokba megy át.[2] A *Nassulák,* melyeknek különösen emésztő üröcskéikben oldott élénk színű festőanyagok oly pompás színeket kölcsönöznek, valóban igen tanulságos tárgyat képeznek annak bebizonyítására, hogy festőanyagaik elnyelt moszatoktól származnak. Stein bizonyára jogosan állíthatja, hogy a legnagyobb valószínűség szól a mellett, hogy az összes ázalékállatkák színezete tápszereik bomlási termékei által feltételeztetik.[3]

A gyökérlábúak festőanyagának eredetéről csak a *Vampyrellákra* nézve vannak biztos adataink; ezekről ugyanis Cienkowski vizsgálatai után,[4] melyeknek helyességét saját vizsgálataimra támaszkodva csak megerősíthetem, tudjuk, hogy téglavörös színök zöld moszatok, vagy *Euglenák* levélzöldjétől, barnás színök pedig elnyelt Diatomeáktól ered.

Az előadottak alapján, bár a véglények festőanyagai ez idő szerint még korán sincsenek kielégítőleg

[1] Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. unters. 249.

[2] Ueber Fortpflanzung der Nassula elegans. Ehr. ZWZ. IX. (1857) 143.

[3] I. p. 67.

[4] Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. (1876) 26.

tanulmányozva, mégis kimondhatjuk, hogy a legnagyobb valószínűség látszik a mellett szólani, hogy, valamint az úgynevezett levélzöld-testecskék, úgy a festő-anyagok egyáltalában, nem tartoznak az állatok módjára táplálkozó véglények saját anyagforgalmának termékei közé, hanem minden esetben tiszta, vagy módosult levélzöldet tartalmazó s evvel áthasonító véglényektől, illetőleg moszatoktól származnak.

Magképletek.

Mióta Siebold 1845-ben kimondotta, hogy azon szerv, melyet a Protozoumok egy részénél, különösen a csillószőrös ázalékállatkáknál, már Ehrenberg is megkülönböztetett s *hím ivarmirigynek* tartott, *sejtmagnak felel meg,* mind az egysejtűségi tannak követői, mind pedig azok, kik a véglényeknek szövetekből való összetételt tulajdonítottak, kiváló gondot fordítottak ezen szerv kifürkészésére; s az ezen irányban tett vizsgálatok aránylag rövid idő alatt azon eredményre vezettek, hogy egy vagy több mag a *Foraminiferek* kivételével, — melyeknél a magok csak a legújabb időben mutattattak ki, — az összes véglényeknek rendesen előforduló szervezeti alkatrészei közé tartozik. Az ismeretek ezen állásán bizonyos szenzácziót idézett elő a Haeckel-től Nizza mellett a Középtengerben 1864-ben felfedezett *Protogenes primordialis,*[1] mely gyökérlábuszerű csupasz véglény a magot egészen nélkülözi s merőben egynemű protoplazmából áll. Ezen s több más, Haeckel s Cienkowski-tól felfedezett magnélküli véglényre alapítá Haeckel, mint már fentebb előadtam, a véglények, illetőleg az összes élőlények legalsóbb fokán álló *Monerek* csoportját.[2]

Siebold azon felfogása, hogy a véglények szervezetének szóban forgó elkülönülése csakugyan a *sejtmaggal (Cytoblast Schleiden, Nucleus autor.)* egyenértékű, mai nap egészen általánosan elfogadottnak tekinthető; még a véglények egysejtűségének heves ellenese, Fromentel is azon (felfogásába, persze legkevésbbé sem beillő) nézetben van, hogy a véglények magja igen közel áll a növénysejtek magjához.[3]

Bármily jelentőséget tulajdonítsunk is azonban ezen homologia felismerésének, mégsem szenvedhet

[1] Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden. ZWZ. XV. (1865), 360.

[2] V. ö. Generelle Morphologie der Organismen. Berlin. 1866. Továbbá: Studien über Moneren und andere Protisten Leipzig. 1870.

[3] Etudes sur les Microzoaires. p. 79.

kétséget, hogy ez által a véglények magképleteinek ismerete lényegesen előbbre nem vitetett; mert minden újabb vizsgálat daczára jórészt még mindig áll az, a mit Stricker a sejtmagról mond: «Mióta Brown R. 1833-ban a növénysejtek magját felfedezte, neveztesebb haladás ezen képlet ismeretéhez nem kapcsolódott».[1]

Nem czélom e helyen a véglények magjának igen különböző, részben egészen ellentétes felfogásban részesült élettani jelentőségéről s szerepköréről szólani; alkalmam leend erre alább a szaporodás tárgyalásánál; itt a magképleteknek csupán szervezeti s egyéb alaktani viszonyaira szorítkozom.

Alig van a szövettannak oly tétele, mely körül a vélemények annyira eltérők lennének, mint a sejtmagnak szerkezete. Kölliker szerint a sejtmag az egy vagy több mindig tömörebb magtestecskét, vagy magocskát (nucleolus) nem tekintve, mely nem állandóan fordul elő, — vékonyabb vagy vastagabb buroktól körülzárt hólyagocska, melyet a híg magbelség vagy magnedv tölt ki.[2] — Auerbach úgy találja, hogy a mag eredetileg nem egyéb, mint az űröcskének egy neme, azaz: a protoplazmának folyadékkal telt ürege, vagy világosabban kifejezve, a protoplazmától különböző tiszta folyadéknak egy cseppje, mely külön burok nélkül egy megfelelő űrt tölt ki a protoplazmában; ezen cseppben utóbb egy tömöttebb testecske, a magtestecske lép fel, mely a cseppet környező protoplazmából levált fínom részecskéknek egybeolvadása által látszik képződni; mindezekhez hozzájárulhat még a maghártya, mely a cseppet közvetetlenül környező protoplazmarétegnek tömörülése útján jön létre.[3] Ezektől egészen eltér Leydig felfogása, mely a legtöbb követőre talált; ezen felfogás szerint: «A sejt magja vagy hasonló összeállású, mint a protoplazma, vagy kissé tömörebbnek látszik. Ha csupán kéregrétegének van nagyobb összeállása, ez esetben *hólyagocska-alakú* magról lehet szó, nem ritkán azonban merőben tömör palaszemecskét képez, mely esetben *tömör* magnak is nevezik.»[4] Azon búvároknak, kik kétféle *(hólyagocska-alakú* és *tömör)* magot különböztetnek meg, ismét eltérő a

[1] Handb. der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. I. B. Leipzig. (1871.) 22.

[2] Handb. der Gewebelehre. V. Aufl. Leipzig. (1867.) 18.

[3] Organolog. Studien II. H. Zur Characteristik und Lebensgeschichte d. Zellkerne. Breslau (1874) 238.

[4] Von dem Bau des thierischen Körpers. I. B. Tübingen. (1864.) 14.

veleményük arra nézve, hogy melyik mag tekintendő elsődlegesnek, eredetinek, melyből a második magalak kifejlődhetik. FREY szerint minden mag eredetileg hólyagocska-alakú s ebből fejlődhetik ki a tömör mag;[1] STRICKER ellenben bebizonyítottnak tartja, hogy a mag fiatal korában mindig tömör s csak később változhatik át hólyagocskává.[2] A sejtmag alkatára vonatkozó előadott felfogások a magnak netalán előforduló fínomabb szerkezeti viszonyait figyelmen kívül hagyják; ezelőtt legfeljebb a magnak hiányzó, vagy előforduló szemecskézetéről, a szemecskék nagyságáról, továbbá ezeknek gyérebb vagy sűrűbb elhelyezéséről tétetett említés, csak a legújabb időben közölték a fínomabb szerkezetre vonatkozó pontosabb észleleteket. HEITZMANN K. volt az első, ki az egész eddigi sejtelméletet halomra döntéssel fenyegető vizsgálatai eredményeiben azon felfedezéssel lépett fel, hogy miként a sejtek protoplazmája, úgy a magja is fínom hálózatos gerendázatból áll, melynek üregeit egynemű folyékony állomány tölti ki.[3] Ezen gerendázatnak számos, mind növény-, mind állatisejt magjában való előfordulását FROMMANN, STRASBURGER, HERTWIG OSZKÁR, VAN BENEDEN, BÜTSCHLI, FLEMMING és több más búvár megerősítette.[4]

A sejtmag állományára és szerkezetére vonatkozó ezen különböző felfogások szükségképen annak feltevésére vezetnek, hogy a sejtmag egy bizonyos elsődleges, indifferens állapotból kiindúlva, mint a szöveti elemek, s a szervezetek maguk különböző irányú elkülönülődésekre alkalmas, s égető szükségként merűl fel, hogy a különböző állományú s szerkezetű magok ama bizonyos elsődleges állapotban levő maggal összefüggésbe hozassanak. Ezen fontos feladat megoldását HERTWIG RICHÁRD kisértette meg egy dolgozatában, mely az ismereteknek jelenlegi, nem minden tekintetben kielégítő állására támaszkodva, ha abszolut értékre nem is tarthat számot, de minden esetre alkalmas a felfogások közötti különbségeket kiegyenlíteni s alapúl szolgálhat a majdan kifejlődő egységes felfogásra.[5]

[1] Grundzüge der Histologie. Leipzig. (1875.) 6—7.

[2] Id. m. p. 24.

[3] Untersuchungen über das Protoplasma. Sitzungsb. d. math. naturw. Classe. d. k. Akad. d. Wissensch. 67. B. III. Abth. Wien. 1873.

[4] V. ö. WALTHER FLEMMING. Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. AMA. XIII. (1876) 693. C. FROMMANN, Beobachtungen über Structur u. Bewegungserscheinungen d. Protoplasma d. Pflanzenzellen. Jena. 1880.

[5] Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung d. verschiedenen Kerne. MJ. II. (1876) 63.

HERTWIG szerint a mag kétféle állományból áll, t. i. a *magállományból (Kernsubstanz, Nucleussubstanz)* s a *magnedvből (Kernsaft)*, melyek különböző magokban különbözőképen vannak megosztva.

A magállomány, mint a sejt élőállománya, a protoplazma, a fehérjék csoportjába tartozó anyagoknak ismeretlen s a mag életfolyamatában kétségkívül változó keverékéből áll; összetételére nézve mindenesetre igen közel áll a protoplazmához; hogy azonban evvel teljesen azonos összetételűnek — a minőnek AUERBACH tartja — nem tekinthető, ezt minden kétség fölé emeli azon általánosan ismert körülmény, hogy mikrochemiai reagensek különböző módon hatnak a két rokon állományra. — A magnedv, mint a protoplazmát átitató folyadék, összetételére nézve közelebbről ismeretlen ugyan, de jogosan feltehető, hogy nem csupán vízből s oldott szervetlen sókból áll, hanem szerves vegyületek oldatát is tartalmazza.

A két állománynak megoszlásától függ első sorban a magnak szerkezete.

A kiindulási pontot azon *elsődleges mag (primitiver Kern)* képezi, melyben a magállomány s magnedv látszólag egyenletesen van keveredve, legalább a magállománytól különvált nedvet nem lehet megkülönböztetni. Az elsődleges mag egynemű, halvány s az élő sejtben reagensek nélkül gyakran egészen láthatatlan, míg máskor szürkés színével tűnik ki a protoplazmából. Reagensek hozzáadására egyenletesen festődik s alvad meg, legfeljebb felületes rétegén mutatkozik a reagensek hatása fokozottabb mértékben, mi arra mutat, hogy kéregrétege, mint a protoplazmáé, gyakran tömörebb állományú. Bár az elsődleges mag rendesen egészen szerkezetnélkülinek látszik, minden esetben mégsem az: nem ritkán lehet ugyanis egynemű alapállományban, majd egyenlő közökben álló s az alapállománytól gyengébb vagy erősebb fénytörésük által különböző apró szemecskéket, gömböcskéket, máskor ismét egészen szabálytalan alakú, nagyságú s elhelyezésű zsírfényű rögöcskéket megkülönböztetni. A szemecskés magok nyilván oly módon képződnek az egynemű elsődleges magból, hogy a magállomány kisebb-nagyobb közökben álló pontokon tömörül, a rögöcskéket tartalmazó magban pedig egyes ily szabálytalan alakú tömörült részecskék elzsírosodtak. Az elsődleges mag nem ritkán elhagyja az eredeti gömbalakot s egy irányban történő növekedése következtében szalagszerűleg megnyúlik,

majd ismét oldalsarjaknak kinövése által különbözőképen elágazóvá válik.

Az egynemű elsődleges magból vezethető le valamennyi többi magalak, melyeknek különbségei első sorban a magállománynak s magnedvnek megoszlásától függenek. Ezen megoszlás pedig igen különböző módon történhetik. Legegyszerűbb esetben a magnedv a magállománynak egyes űröcskéiben gyülemlik össze s így jönnek létre közepükben magnedvet tartalmazó vagy különösen megnyúlt elsődleges magoknál, egy-egy űröcskétől mintegy kettéosztott magok. Hasonló magnedvet tartalmazó űröcskék nem ritkán a magtestecskében, vagy magocskában is fellépnek.

A megoszlás igen gyakran oly módon megy véghez, hogy a magállomány közepett gyűl össze, míg a magnedv a kerületre szorúl s a magállomány által képezett gömböt mintegy nedvudvarral környezi. Így jő létre a *hólyagocska-alakú mag*, melyet mintegy a sejtmag paradigmájáúl szoktak tekinteni s melyen az, a mit rendesen *magnak* neveznek, voltaképen a magállománytól különvált magnedvnek, a középponti *magtestecske* vagy *magocska (nucleolus)* pedig a tömörült magállománynak felel meg. A magállománynak egy része e mellett nem ritkán a kerületben marad, úgy, hogy a magállomány tömörülése által keletkezett gömböt környező nedvudvar kerületében magállományból álló réteggel van borítva. Ezen réteget Hertwig *magkéregrétegnek* nevezi.

A hólyagocska-alakú mag mellett nem lehet, hogy említést ne tegyek azon Hertwig-től ugyan figyelmen kívül hagyott, de azért igen gyakori magalakról, melynél a mag legnagyobb részét igen nedvdús, szerkezet nélküli magállomány képezi, s ez egy tömörebb magállományból álló gömböt zár körül. Én ezen magalakot, mely gyakran csak átmenetileg fordúl elő, akkor, midőn az elsődleges mag hólyagcsaalakú maggá alakúl át, *átmeneti magnak* akarom nevezni.

Közvetetlenűl ezen hólyagocskaalakú, vagy egymagocskájú mag mellé sorolja Hertwig a *kevés- és sokmagocskájúakat (pauci- und multinucleoläre Kerne)*; az előbbieknél a különvált magnedv által képezett udvaron belűl nehány, gyakran egyenlőtlen nagyságú, magállományból álló gömb foglal helyet; az utóbbiaknál ellenben az egész mag szorosan egymás mellett álló, vagy csekély közök által elválasztott, egyenlő nagyságú apró gömböcskékből (magocskákból) van összetéve, mintha csupa Micrococcusokból állana. Én ezen magalakot, mely a véglényeknél oly gyakran észlelhető, *ikrás magnak* akarom nevezni. Hertwig ezen ikrás magok kifejlődésének két lehetőségét emeli ki: vagy közvetetlenűl az egynemű magból válnak ki a magállománynak számtalan ponton egyidejűleg történő tömörülése által a gömböcskék; vagy pedig, mint Auerbach állítja, egy magocskából ismételt oszlás által jönnek létre.

A különböző magoknak igen gyakori elkülönülését képezi a *maghártya* vagy *magburok (Kernmembran)*, egy majd felette vékony, szerkezetnélküli, majd vastagabb, gyakran már reagensek nélkül is jól kivehető, kettős körvonalú hártya, mely utóbbit néha finom likacskacsatornák szitaszerűleg törnek át. Vajjon mily módon jő létre a maghártya; vajjon maga a mag választja-e ki felületén, vagy pedig a magot környező protoplazmából különül el, ez idő szerint nem tekinthető eldöntöttnek. A búvárok nagy része az előbbi, Auerbach az utóbbi felfogáshoz csatlakozik.

Nyilván mindkét fejlődési mód lehetséges s valószínű, hogy bizonyos sejtek maghártyája az előbbi, míg másiké az utóbbi módon fejlődik. Ki akarom itt még emelni, hogy a már fentebb említett magkéregréteg a maghártyától jól megkülönböztetendő.

A hólyagocskaalakú magok úgynevezett magocskája és maghártyája között nem ritkán a gyökérlábúak anastomizáló állábaihoz hasonló finom fonalhálózat van kifejlődve, s az ily magok egészen oly képet adnak, mint a számos nedvürt tartalmazó növénysejtek.

Eme tájékozó előzmények után áttérek a véglények magképleteire, megjegyezvén, hogy azon változásokat, melyek a szaporodásban levő véglények magképletein észlelhetők, itt egészen figyelmen kívül hagyom s hogy a mennyire lehet, csupán a teljes kifejlődésüket elért véglények magképleteire fogok szorítkozni.

A *Gregarinákat* általában egyetlen nagy, világos mag jellemzi, mely ritkán egynemű, többnyire hólyagocska-alakú vagy átmeneti mag, egy meglehetős nagy, ritkábban két-három különböző nagyságú magocskával. A magocska nem mindig egészen egynemű; gyakran burok határolta világos hólyagocskát képez, melynek híg alapállományában több tömörebb állományú egynemű vagy szemecskés test foglal helyet, melyek az élő *Gregarinában* alakjukat amoebaszerűleg változtatják. A gömbbé húzódva betokozódott *Gregarinák* nagy hólyagocskaalakú magjokkal érett petesejtekhez annyira hasonlítanak, hogy

könnyen megmagyarázható, hogy azokkal tényleg többször össze is tévesztették.

A *gyökérlábúak* csoportjában a mag meglehetősen változékony. Leggyakoribb az átmeneti s a hólyagocskaalakú, magkéregréteg nélküli, vagy evvel ellátott mag. Ilyen hólyagocskaalakú egy vagy több, néha igen nagy számú mag jellemzi mind a karéjos, mind a súgaras állábú *Monothalamiumokat*, pl. az *Amœbákat, Arcellaféléket, Euglyphákat* s *Heliozoumokat.* Ritkábban találunk ugyanezen gyökérlábúaknál egynemű, vagy szemecskézett elsődleges magokat.

A *Polythalamiumokat* a legújabb időig magnélkülieknek tartották s csak 1876-ban sikerült Hertwig Richárdnak kimutatni, hogy a mag ezen gyökérlábúaknál, sem hiányzik.[1] Hertwig egy *Milioliafélének* 1—4 rekeszes egyéneinél, továbbá 1—5 rekeszes *Rotaliánál* s végre egy 5 s egy 7 rekeszes *Textilariánál* mutatta ki a mag, illetőleg magok jelenlétét. A fiatal még egy rekeszes *Polythalamiumoknál* általában még csak egy mag van, míg a többrekeszű, idősebb egyéneknél a magok száma szaporodik, s ezek úgy látszik minden szabály nélkül foglalnak helyet a rekeszeket kitöltő protoplazmában. A mi a magok szerkezetét illeti, ez Hertwig szerint teljesen megegyezik a többi gyökérlábúaknál előforduló hólyagocskaalaku magéval. Újabban Schulze E. F. szintén kimutatta a mag jelenlétét a *Polystomella striatopuntactánál.*[2] A legfiatalabb 4—10 rekeszes példányoknál Schulze a magot a hátsó rekeszek egyikében, néha az utolsóelőttiben találta, míg a teljesen kinőtt, mintegy 30 rekeszű héjat lakó példányoknál rendesen a 10-dik és 20-dik közötti, azaz átlagosan a középső rekeszek egyikében. A *Polystomellában* rendesen csak egyetlen mag fordul elő, ritkán talált Schulze kettőt s csupán egyetlen egyszer hármat. Gyakori eset az, hogy az egyetlen mag két szomszéd rekeszben foglal helyet, oly módon, hogy az ezeket elválasztó átlyukgatott héjrészlet nyilásán át függ egymással össze a két magrészlet, mely majd egyenlő nagyságú, majd ismét az egyik rekeszben van a mag legnagyobb része, míg a másikban a válaszfal egyik nyilásán benyomult kisebb-nagyobb sarjadékszerű nyúlványa. Mindebből azon következtetést vonja Schulze, hogy a *Polythalamiumok* magja egyik rekeszből a másikba vándorol.

[1] Bemerkungen zur Organisation und systematische Stellung der Foraminiferen. JZ. X. Neue Folge. III. (1876) 41.

[2] Rhizopodenstudien. VI. Ueber den Kern der Foraminiferen AMA. XIII. (1877) 9.

A *Polystomella* magja mintegy 0·056 mm. nagyságú, vastag buroktól körülzárt gömbölyüded test, melynek egynemű alapállománya számos erősen fénytörő gömbölyüded képletet tartalmaz s leginkább bizonyos ázalékállatkák magjával hasonlítható össze. Látható ezekből, hogy a két búvárnak vizsgálati eredményei nem egészen egyeznek meg; annyit azonban minden esetre bebizonyitottnak tekinthetünk, hogy a *Polythalamiumoknak* is van magjok s e szerint semmi esetre sem sorolhatók a magnélküli *Monerek* mellé.

Valamennyi gyökérlábú s általában valamennyi véglény s elemi szervezet között, a magot tekintve, legbonyolódottabb viszonyok a *Radiolároknál* fordulnak elő, melyeknek tisztázását ismét Hertwig Richárd legújabb fontos vizsgálatainak köszönjük.[1]

A középponti tok valamennyi *Radiolárnak* ifjú korában csupán egyetlen magot tartalmaz, míg a szaporodásra érett egyéneknél tömve van magokkal. Az egy- és sokmagú állapot viszonylagos időtartama igen különböző; a *Radiolárok* egy részénél, nevezetesen az *Acanthometra-* és *Sphærozoumféléknél* az egymagú állapot csak rövid ideig tart, míg valamennyi többi *Radiolárnál* az élet legnagyobb részére kiterjed; amazokat rövidség kedvéért Hertwig-gel *sok-*, az utóbbiakat *egymagúaknak* nevezhetjük.

Szerkezet tekintetében a *Radiolárok* magjai oly különbségeket mutatnak, a minők egyebütt az elemi szervezeteknél egyáltalában nem fordulnak elő. A nagy számmal előforduló magok mintegy 3—15 μ. nagyságú, gömbölyüded, buroknélküli, egynemű, világos testecskék (= elsődleges magok), melyek a tokon belüli sarcodéban szétszórt üröcskéknek látszanak s Haeckel-től valóságos üröcskékkel együtt *víztiszta hólyagocskák (wasserhelle Bläschen)* elnevezés alatt sejteknek tartattak. Csupán az *Acanthometrafélék* magjaiban lehet egy magocskának tartható belső testecskét megkülönböztetni.

Az egymagú *Radiolárok* magja mindig igen tekintélyes nagyságú; még a legkisebbek is 30—50 μ.-nyiek *(Heliosphaerák)*, míg a *Thalassicollák* kolosszális magja 300—500 μ. nagyságot ér el. — Az ily magot kettős körvonalú, vastag burok vesz körül, melyet gyakran likacskacsatornák sűrűn áttörnek.

Az egyetlen nagy mag alakja s állománya ismét igen különböző lehet; legegyszerűbb esetben mag-

[1] Der Organismus der Radiolarien. Jena. 1879. A végeredmények összeállítása. p. 108—111.

állományból álló egynemű, tömör gömböt képez (fiatal *Sphærozoum-*, *Ommatida-*, *Spongosphaerafélék*). Magasabb fejlettségi fokot érnek el azon magok, melyeknek állománya helyenként magocskákká tömörült (*Ethmosphærafélék*, fiatal *Acanthometrafélék*); a magocskák száma egészen húszig szaporodhatik (*Ethmosphærafélék*), melyeket később egyetlen nagy magocska helyettesíthet (*Acanthometrafélék*), melyet a jól kifejlődött magkéregrétegtől világos magnedv-udvar választ el; az ily mag azután egészen megegyezik az édesvízi gyökérlábúak hólyagocska alakú magjával. Különös figyelmet érdemel az, hogy a mag fejlődésének bizonyos stádiumán szemecskézetre nézve egészen különböző két félből van összetéve, épen úgy, mint bizonyos ázalékállatkáknak pl. a *Spirochona gemmiparának* magja.

A legsajátságosabb s ismereteink jelenlegi állásán egészen egyedül álló magalak jellemzi a *Thalassicollákat.* Maga a kolosszális mag majd gömbalakú, majd sarjadék- vagy vakbélszerű kitüremléseket visel, a magocska pedig majd gombamyceliumhoz hasonlóan elágazik, majd ismét féregszerűleg össze-vissza csavarodik, s a mag kitüremléseibe egyes hurkokat bocsát. A *Thalassicollák* sajátságos szerkezetű, kolosszális magját Huxley fedezte fel a *Thalassicolla* nucleatánál s jelenlétét valamennyi későbbi búvár megerősítette; míg azonban Huxley kétkedve nevezte magnak, addig Müller F. sejtnek deklarálta, Haeckel pedig a semminek sem prejudikáló *belsőhólyag* (*Binnenbläschen*) elnevezéssel jelölte. — Hertwig érdeme, hogy beható tanulmányokra támaszkodva kimutatta, hogy ezen sajátságos képlet értékére nézve a sejtmaggal egyezik meg.

A *Radiolároknak* többnyire óriási nagy és sajátságosan elkülönült magjából, a sokmagú állapotot jellemző, nagy számu apró mag Hertwig szerint különböző, részben az eddig ismert magfejlődési s szaporodási módoktól egészen eltérő, s a szövettanban egyedül álló módon jő létre.

Legegyszerűbb a *Sphærozoumfélék* számos apró magjának keletkezése. Ezeknél a nagy tömör mag előbb megnyúlik, majd piskótaszerűleg befűződik s ketté oszlik, mely folyamat gyorsan ismétlődvén, a nagy anyamag szétesik végre nagyszámú apró fiókmagokra.

Az *Acanthometra-* s az ezekkel rokon *Acanthophractaféléknél* a mag magocskájának elenyészése után tömör sarjakat bocsát; a kéregrétegnek ezen kiduzzadásai lassanként befűződvén, önálló tömör magokat képeznek, melyeknek belsejében kis magocskaszerű testecskék fejlődnek ki; ez utóbbiak vonzó középpontokként szerepelnek s azt eredményezik, hogy a sarjadzásból keletkezett magok végre a kifejlett *Acanthometrafélék* egynemű, apró magjaira esnek szét.

A *Thalassicolláknál* végre a kolosszális magnak, az úgynevezett *belső hólyagnak* elágazó, vagy kacskaringósan csavarodó magocskája szétdarabolódik egyes részekre. Erre a középponti hólyagban kis, egynemű magok lépnek fel, melyek oszlás által gyorsan szaporodván, a középponti tokot lassankint egészen kitöltik, a nagy mag pedig visszafejlődik s végre egészen elenyészik.

Ezen nagyszámú apró mag fejlődési folyamatát Hertwig következőképen hozza az előadottakkal kapcsolatba: a nagy mag magocskájának szétdarabolódásából keletkezett gömbök a mag burkán keresztül nyomúlva, a tokon belüli sarcodéba jutnak s itt önálló magokká lesznek, melyek oszlás által tovább szaporodnak, mire a kimerült anyamag teljesen visszafejlődik.

Hogy a *Radiolárok* nagyszámú apró magjai mily összefüggésben állanak ezen gyökérlábúak szaporodásával, erről a szaporodást tárgyaló fejezetben fogok szólani.

A *Flagellátok* magjuk tekintetében igen megegyeznek az édesvízi gyökérlábúakkal. Magjuk száma, a mennyire ismereteink terjednek, kivétel nélkül egy, mely a teljes kifejlődést elért véglénynél legtöbbnyire hólyagocskaalakú, magkéregréteggel, vagy e nélkűl; ritkábban bír az általam átmenetinek nevezett mag szerkezetével.

Állandóan elsődleges, majd egészen egyneműnek látszó, majd ismét szabályos közökben finoman vagy durvábban szemecskézett mag jellemzi a *Cilioflagellátokat.*

A *levélzöldet tartalmazó Flagellátoknál* a tulajdonképeni sejtmagon kívül még rendesen előfordul egy, néha több élesen körülírt, többnyire gömbalakú, a *Chlamydomonas monadinánál* ellenben egészen a *Vorticellák* patkóalakú magjával megegyező szalagszerű test: a már fentebb említett ú. n. *levélzöldhólyagocska, keményítőmag,* vagy *amylumgömb.* Ezen test határozott helyen a mag közelében foglal helyet s a tulajdonképi magtól jól megkülönböztetendő. A szóban forgó képlet jóddal való kezelésre, mint a keményítő, megkékül; a keményítőt tartalmazó állomány azonban, mint Cohn némely zöld *Flagellátnál*

kimutatta,[1] csupán kéregréteget képez, melynek belsejében egy nedvudvartól körülvett protoplazmaszerű gömböcske foglal helyet, s ez utóbbit karminpirosra festi. COHN azon észleletre támaszkodva, hogy a magkéregréteggel bíró hólyagocskaalakú sejtmagok szerkezetével megegyező keményítőmag bizonyos *Flagellátoknál* a sejttel együtt oszlik, továbbá arra, hogy ezen *Flagellátoknál (Gonium, Chlamydomonas, Pandorina, Endorina, Volvox* stb.) a keményítő-magon kívül egyéb sejtmag értékével bíró elkülönülést nem talált, azon következtetést alapítja, hogy a keményítőmag bizonyos esetekben a sejtmagot helyettesíti s evvel homolog képződménynek tartandó, míg más esetekben a keményítőmag, mint a keményítőtestecskék, a sejtbe lerakodó s a sejt áthasonítási folyamatában képződő tartalék-anyagok közé tartozik. A kitünő breslaui búvár ezen felfogását határozottan tévesnek kell tartanunk, minthogy STEIN vizsgálatai szerint,[2] melyeknek helyességét saját vizsgálataimra támaszkodva teljesen megerősíthetem, a COHN szerint csupán keményítőmaggal bíró *Flagellátoknak* van ezenkívül még valódi sejtmagjuk; s e szerint semmi sem szólhat a mellett, hogy a keményítőmagot egyszer csupán tartalékanyagnak, máskor pedig sejtmagnak tartsuk.

A *Noctilucák* egyetlen magja egészen megegyezik a csillószőrös ázalékállatkákéval s az egészen egynemű, vagy szemecskézett elsődleges magalakhoz tartozik. HERTWIG RICHÁRD szerint a *Lepiodiscus medusoides* magja a véglény fejlődésének különböző szakán különböző szerkezetet mutat.[3] A mag jól kivehető hártyával burkolt, tojásdadalakú s két egyenlőtlen félből áll, melyeknek nagyobbika, mint bizonyos ázalékállatkáknál, pl. a *Spirochona gemmiparà*-nál, szabályosan szemecskézett, míg a kisebbik egészen egynemű. A nagyobb fél egyes esetekben nagyobb, tömöttebb gömböket tartalmazott; máskor ismét a mag a rendestől egészen eltérő szerkezetet mutatott, s tojásdad, világos hólyagot képezett, melynek egyik végében egy gömbölyüded test foglalt helyet. Ez utóbbi maga, egy magkéregréteggel ellátott hólyagocskaalakú magnak szerkezetével birt, s kívüle a hólyag még egy nagyobb s két kisebb magállományból álló gömböt tartalmazott.

[1] Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmzellen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. II. B. 1. H. (1876) 100.

[2] V. ö. III.

[3] Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctilucen verwandte Flagellate. JZ. I. Neue Folge. IV. (1877) 311.

A *csillószőrös ázalékállatkák* magja *(petefészek, elsődleges mag* BALBIANI, *női ivarsejt* KÖLLIKER, *endoplast* HUXLEY, *másodlagos mag* BÜTSCHLI) eredetileg egynemű elsődleges mag, mely azonban a véglény életfolyamatában különböző irányú elkülönülésekre hajlandó. Mielőtt azonban ezeknek tárgyalásába bocsátkoznám, szükségesnek tartom előbb a mag általános alakjáról s számáról szólani.

Számos ázalékállatkánál a mag eredeti gömb- vagy tojásdad alakját egész életen át megtartja. Más ázalékállatkák magja ellenben egy hossztengely irányában történő növekedés következtében megnyúlik, s kolbász-, zsineg-, vagy többé-kevésbbé ellapúlva szalagalakúvá változik, s majd gyengén, majd erősebben *S*-szerűleg, majd félhold- vagy patkószerűleg, majd kacskaringósan féregszerűleg csavarodik. Gyengén csavarodó szalagalakú magja van pl. a legtöbb *Ophrydiumfélének*, erősen csavarodó vagy patkóalakú számos *Vorticella-, Aspidisca-, Euplotes-* és *Acinetafélének;* féregszerüleg csavarodó a *Stentor Roeselii*-nek, a *Climacostomum virens*-nek s a *Bursaria truncatellá*-nak. A hosszúra nyúlt magok lefutásukban gyakran szabályos közökben befűződnek; ily olvasóalakú mag jellemzi pl. a *Condylostoma patenst, Spirostamum terest, Stentor polymorphust, Loxophyllum Meleagrist* stb. Az ily olvasószerű magok gyakran össze-vissza csavarodnak s fürtösen elhelyezett magcsoportnak látszanak, mint pl. a *Plagiotoma Lumbrici*-nél; máskor ismét az összekötő fonalak oly vékonyak, hogy csak igen nehezen különböztethetők meg, mint pl. a *Loxodes Rostrum*-nál s *Enchelys gigasnál,* úgy, hogy a mag nem összefüggő egésznek, hanem főleg akkor, ha mint a *Loxodes Rostrum*-nál, az olvasó egyes gömbjei távol állanak egymástól, nagyszámú külön magnak látszik. A megnyúlt féregszerű magokon néha sarjak nőnek ki, melyek másodlagosan ismét itt-ott összeolvadhatnak s igen megegyeznek a *Radiolárok* között a *Thalassicollák* bonyolódott szerkezetű magocskájával; ily magja van STEIN szerint azon *Acinetafélének,* melyet az «*Opercularia articulata Acineta alakjá*»-nak tartott,[1] s HERTWIG szerint a *Podophrya gemmiparà*-nak, csakhogy ennél a sarjak másodlagosan nem olvadnak össze.[2]

[1] Die Infus. p. 119.

[2] Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) 32.

Az ázalékállatkák magjának száma legtöbbnyire csak egy; az olvasóalakú magvak egyes izeit felfogásom szerint külön magvaknak azért nem lehet tekinteni, mert a kolbászalakú, gyengén befűzött s szabálytalan ízekre osztott magvak között minden átmenet észlelhető. Ellenben állandóan két mag jellemzi az *Amphileptusokat*, *Dileptusokat*, a *Lacrimaria Olort*, a *Lionotusokat*, az *Opisthodont* s az *Oxytrichafélék* legnagyobb részét; nagyszámú mag fordúl elő bizonyos *Opalinák*-nál. Vajjon ezen magvak csakugyan külön magvaknak felelnek-e meg, vagy pedig, mint az olvasóalakú magvak, csupán 2—4 sok ízre tagolt, egyetlen magnak, nem tekinthető véglegesen eldöntöttnek. Részemről hajlandó vagyok ezeket is az olvasóalakú magvak kategoriájába sorozni, s felfogásom támogatására felhozhatom azon körülményt, hogy egyes búvároknak sikerült az összekötő fonalat egészen különállóknak tartott magvak között is kimutetni; igy kimutatta BALBIANI és BÜTSCHLI a finom, hosszú összekötő fonalak, a *Stylonichia* két magja,[1] WRZESNIOWSKI pedig a *Loxodes Rostrum* nagyszámú magjai között.[2] Mindemellett azonban jogosan feltehető, hogy a megnyúlt testű ázalékállatkák magjának, — ha szabad e kifejezéssel élnem, — ízekre oszlásra való hajlama bizonyos ázalékállatkáknál tényleg az ízeknek végképi elválására vezet, s így az egymagvúságot a sokmagvúsággal szakadatlan sorozat fűzi össze.

A mi az ázalékállatkák magjának szerkezetét illeti, említettem már, hogy eredetileg egynemű elsődleges maggal birnak, mely finom, szerkezet nélküli maghártyával van borítva; az egybekelés után megifjodott ázalékállatkákat mindig ily egynemű, elsődleges magvak jellemeznek. Ily egynemű szerkezetű, vagy talán helyesebben szerkezet nélküli azonban nem marad meg az ázalékállatkák magja, hanem később különböző jellemzetes elkülönülések lépnek fel állományában, melyeknek összefüggő lánczolatát s élettani jelentőségét ez idő szerint persze legnagyobbrészt nem ismerjük.

Már az egészen egyneműnek látszó mag állományában is gyakran bizonyos elkülönüléseket tár fel erősebb nagyítás vagy kémszerek alkalmazása. Így a mag állománya igen gyakran s a legkülönbözőbb ázalékállatkáknál szabályos távolságokban álló finom gömböcskéket, szemecskéket tartalmaz, melyek nagyobbakká fejlődvén, a magot ikrás szerkezetűvé változtatják; ilyen ikrásnak találom én a magot a *Nossulak*-nál s gyakran az *Acinetaféléknél;* ugyanilyen a mag BÜTSCHLI szerint a *Cyrtostomum leucás*-nál.[1] Máskor ismét a mag állománya finom rostos-görcsös szerkezetűnek látszik, mint BÜTSCHLI szerint[2] a *Bursaria truncatellá*-nak magja. Némely ázalékállatkák magja végre szorosan egymás mellett álló, víztiszta, világos udvarral környezett gömböcskékből van összetéve, úgy hogy az egész mintegy parányi sejtekből látszik állani.

Az egynemű, vagy szemecskés magvak belsejében gyakran tömöttebb magállományból álló kisebb-nagyobb rögöcskék lépnek fel, melyeket néha világos udvar környékez. — A tömöttebb belső testeket más esetekben egyetlen nagyobb helyettesíti, mely a sejtmagnál használt terminologia szerint *magocskának (nucleolus)* volna nevezendő. Ezen belső tömöttebb testet a külső magállománytól szélesebb, vagy keskenyebb magudvar választhat még el, s így jő létre azon magkéregréteggel ellátott hólyagocskaalakú mag, mely pl. a *Chilodon Cucullulust* jellemzi; ugyanily szerkezetűek WRZESNIOWSKI szerint a *Loxodes Rostrum* olvasóalakú magjának egyes gömbjei.

Igen sajátságos az, hogy némely ázalékállatkánál a mag két egészen különböző szerkezetű, élesen elvált félből áll; míg ugyanis a mag egyik fele egészen egynemű, vagy finoman szemecskézett, addig a másik durván szemecskézett, vagy zsírfényű rögöcskékkel van megtömve. Ilyen szerkezet ismeretes a *Spirochona gemmipara* magján; ugyanilyenek gyakran az *Oxytrichafélék* magjai, valamint vizsgálataim szerint a *Tintinnus fluviatilis* magja is.

A legtöbb *Oxytricha-*, *Chlamydodonfélék*, a *Spirochona gemmipara* s vizsgálataim szerint a *Tintinnus fluviatilis* magjára nézve igen jellemző, hogy közepe táján, hol gyakran kissé be van fűződve, egy harántfekvésű, nedvet tartalmazó *lencsealakú űröcskétől* mintegy rés által van ketté osztva. Hasonló lencsealakú rés észlelhető gyakran az *Euplotesfélék* patkó-, vagy szalagalakú magjának két vége előtt.

A mag belsejében némely ázalékállatkáknál elkülönült magocskától megkülönböztetendő azon, SIEBOLD óta rendesen szintén *magocskának* nevezett képlet,

[1] Studien über die ersten Entwicklungsvorg. d. Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. Abh. d. Senckenberg. Gesellsch. X. B. (1876) 280.

[2] Beobacht. über Infusorien in der Umgebung von Warschau. ZWZ. X. (1870) 494.

[1] Id. m. p. 276.

[2] U. o.

mely nem a mag belsejében, hanem e mellett foglal helyet, s melynek megjelölésére én egy helyen[1] a *tartalékmag* kifejezést hoztam ajánlatba; ugyanezt BALBIANI *herének*, KÖLLIKER *hím ivarsejt*-nek, HERTWIG O. *mellékmag*-nak, BÜTSCHLI *elsődleges mag*-nak nevezi. Mint épen említém, SIEBOLD jegyezte fel először, hogy a *Paramecium Bursaria* magjának egy kisded mélyedésében egy kis testecske fekszik, melyet a *Chilodon Cucullulus* belső magocskájával azonosítva, szintén *magocska (nucleolus)* névvel jelelt.[2] BALBIANI, STEIN, ENGELMANN, KÖLLIKER és főleg BÜTSCHI újabb vizsgálatai kimutatták, hogy a szóban forgó testecske vagy állandóan, vagy legalább az ázalékállatkák fejlődésének bizonyos szakában a legtöbb ázalékállatkánál előfordul, csupán a *Stentor-* és *Opalininaféléknél* s az *Acinetaféléknél* nem észlelték még.

A tartalékmag reagensekkel való kezelés után rendesen jól kivehető, finom hártyával burkolt gömbalakú, ritkán tojásdad, vesealakú, vagy mint a *Paramecium Bursariá*-nál, búzaszemalakú testecske. Állománya többnyire egészen egynemű, ritkán szemecskézett, még ritkábban rejt belsejében egy nedvudvar környékezte gömböcskét, mint BÜTSCHLI szerint a *Bursaria truncatellá*-nál;[3] fejlődésének tetőfokán meglehetős tömött, többé-kevésbbé zsírfényű, s épen e miatt az ázalékállatka testének protoplazmájában egyéb zsírfényű rögöcskék között csak nehezen különböztethető meg. Tömött savak s higított égvények feloldják, a jód barnára, a karmin többnyire élénkpirosra festi; egészben véve tehát tömött magállománynyal látszik megegyezni.

Az egy, vagy több tartalékmag rendesen a mag szomszédságában, gyakran ennek közvetetlen felületén, vagy pedig épen egy kis kivájt mélyedésben foglal helyet.

A tartalékmagok száma szerfelett változik. BALBIANI bizonyos szabályosságot vélt abban felismerni, hogy minden egyszerű maghoz egy, a kettős, vagy olvasóalakú magoknál pedig minden egyes magrészlethez egy-egy tartalékmag tartozik. ENGELMANN és BÜTSCHLI vizsgálatai[4] azonban ezen szabályszerűséget nem erősítik meg. Így míg számos egymagú ázalékállatkánál csak egyetlen tartalékmag van, addig pl. a *Cyrtostomum leucas*-nál ENGELMANN szerint 3, BÜTSCHLI szerint 3—8 tartalékmag van; ugyancsak BÜTSCHLI a *Nassula ornata* egyetlen magja mellett 3—4, a *Trachelius Ovum*-nál 9, a *Bursaria truncatellá*nál pedig 15 tartalékmagot különböztetett meg.

A *Stylonychia Mytilus*-nál STEIN szerint mindkét magra, vagy magrészletre 1—1 tartalékmag esik, BÜTSCHLI vizsgálatai szerint ellenben ezen ázalékállatkánál néha csak egyetlen tartalékmag van a két magrészlet között, míg más egyéneknél a két magrészlet mindegyike mellett 1—1, 2—2, vagy az egyik mellett 1, a másik mellett 2, sőt kivételesen 3—3, vagy még több is van.

A *Trachelophyllum apiculatum*-nál BÜTSCHLI szerint mindkét, a *Dileptus gigas*-nál valamennyi olvasószerűleg összefűzött magrészletre 2—2 tartalékmag esik, míg ellenben a *Spirostomum ambiguum*-nál és *Loxophyllum Meleagris*-nél kisebb a tartalékmagoknak, mint az olvasóalakú mag részleteinek száma. Mindezen vizsgálatok eléggé bizonyítják, hogy a BALBIANI kimondotta szabályszerűség, ámbár igen számos ázalékállatkára találó, általános érvénynyel még sem bir.

A csillószőrös ázalékállatkák tartalékmagjával homolog képződmények a véglények többi képviselőinél ez idő szerint ismeretlenek.

Végül még a magképleteknek a véglények testében való helyéről szükséges röviden megemlékeznem. A *Gregarináknál*, számos *gyökérlábúnál* és *Flagellátnál* a magképletek egyszerűen a protoplazmatest belsejébe látszanak beágyazva; azon véglények legnagyobb részénél (talán valamennyiénél) ellenben, melyeknél a kéregplasma a bélplasmától jól el van különülve, így nevezetesen a *csillószőrös ázalékállatkánál*, számos *Flagellátnál*, az *Amoebáknál* s egyéb karélyos állábú gyökérlábúaknál (s valószinűleg a *Noctilucáknál* is) a kéregplasmának azon kevésbbé szívós összeállású rétege foglalja magában a magképleteket, mely a pépszerű bélplasmába megyen át. Ennek megfelelőleg a magképletek helye rögzített s a bélplasma áramlásai pl. legkevésbbé sem befolyásolják. SCHULTZE E. F. azon fentebb említett észlelete, hogy a *Polystomellák* magja egyik rekeszből a másikba vándorol, egészen elszigetelten áll. SIEBOLD-nak azon észlelete pedig, hogy gyakran lehet látni, hogy az ázalékállatkák szabadon lebegő magja körül az

[1] A szamosfalvi sóstó nehány ázalagáról. Termr. füz. II. köt. (1878) 230.

[2] Vergl. Anat. der wirbellosen Thiere. Berlin. (1845) 24.

[3] Id. m. p. 288. Ugyanezen műben az ázalékállatkák tartalékmagjáról való eddigi ismereteink a legpontosabban vannak összeállítva. p. 283—289.

[4] ENGELMANN. Zur Naturgesch. d. Infusionsth. ZWZ. XI. (1862) 307. BÜTSCHLI. id. h.

egész test belseje kering,[1] bizonyára tévedésen alapszik, mert egyetlen későbbi búvár sem erősíttette meg.

Betokozódás.

Egy olasz búvár, GUANZATI, már a mult században közzétette [2] azon érdekes észleletét, hogy egy ázalékállatka, melyet ő *Proteus* névvel jelölt s mely valószinűleg EHRENBERG *Amphileptus moniligerével* azonos, azon bámulatos tulajdonságával tünik ki, hogy képes bizonyos körülmények között gömbbé húzódva, magát finom tokkal körülzárni s ezt hoszszabb pihenés után ismét elhagyni, sőt tokjából, miként az azon időben különösen SPALLANZANI kisérletei útján híressé vált Rotatoriumok és Tardigrádok, még hosszas kiszáradás után is életre ébredni. EHRENBERG ezen, valamint a véglények betokozódására vonatkozó későbbi észleleteknek helyességét kétségbe vonta, nem tudván magának oly állatot képzelni, mely életfolyamatában visszatér a peteállapotba, hogy magát bizonyos idei pihenés után mintegy újjá-szülje, s az egészet helytelenül magyarázott vedlési folyamatra vélte visszavezetendőnek.[3]

Minthogy GUANZATI felfedezése egy félszázadig egészen elszigetelve állott, helyességét pedig a legilletékesebb búvár, EHRENBERG kétségbe vonta, mint sok más alapos régibb adat, gyorsan feledékenységbe ment, s csak 1845-ben tett SIEBOLD közzé ugyanily észleletet az *Euglena viridistől.* Szerinte a gömbbé húzódó *Euglenák* korántsem halnak el, mint EHRENBERG vélte, hanem átlátszó tokkal veszik magukat körül, mintegy bebábozódnak,[4] mely észlelet helyességét FOCKE, PERTY, STEIN, COHN s számos más búvár sietett megerősíteni.

Ugyanezen időre esik, hogy KÖLLIKER a búvárok figyelmét a *Gregarinákra,* mint egysejtű szervezetekre irányítá, s FRANTZIUS már 1846-ban kimondotta annak valószinűségét, hogy a *Gregarinákkal* együtt előforduló, úgynevezett *pseudonavicellákat* tartalmazó gömbölyű tokok a *Gregarinák* fejlődéskörébe tartoznak.[1] STEIN azután csakhamar kimutatta, hogy a *Gregarinák* bizonyos fejlettségi fokon gömbbé húzódnak s kettenként egyesülve, átlátszó burkot választanak ki;[2] KÖLLIKER, BRUCH, LEYDIG, LIEBERKÜHN, LEUCKART s más búvárok vizsgálatai után mai nap biztosan tudjuk, hogy a *Gregarinák* szaporodásukat megelőzőleg csakugyan betokozzák magokat, még pedig nem mindig kettesével, hanem igen gyakran egyenként is.

STEIN, kit a *Gregarinák* körül tett felfedezései vezettek az ázalékállatkák tanulmányozására, mindjárt tanulmányainak kezdetén azon felfedezést tette, hogy a *Vorticellák* is képesek gömbbé húzódva, mint a *Gregarinák,* csakhogy egyenkint, betokozni [3] magukat. STEIN nagy számú *Vorticella microstoma* népesítette víz felületén s fenekén kisebb-nagyobb gömböket talált, melyeket kettős körvonalú, egynemű, átlátszó, rugalmas burok zárt körül; ezen tokok belsejében a jellemző mag s a legalább egy ideig még megmaradó csillószőrözet, továbbá azon körülmény, hogy egyes tokok kocsányon ültek, minden kétséget kizáró határozottsággal szólottak a mellett, hogy a tokok csakugyan a *Vorticellákhoz* tartoznak. STEIN-nak magának az utolsó harmincz év alatt megjelent korszakot alkotó munkái, nemkülönben COHN-nak,[4] AUERBACH-nak,[5] CIENKOWSKI-nak,[6] CLAPARÈDE- és LACHMANN-nak, valamint számos újabb búvárnak dolgozatai tömérdek adattal bizonyítják, hogy a betokozódás mind a csillószőrös, mind az ostoros ázalékállatkáknak jellemző tulajdonságai közé tartozik; úgy látszik azonban, hogy valamennyi ázalékállatka mégsem képes magát betokozni: így pl. a *Paramecium Aurelia*-t és *P. Bursaria*-t, bár a legközönségesebb ázalékállatkák közé tartoznak, soha senki sem találta betokozott állapotban.

A véglények többi csoportjainál szintén észleltetett a betokozódás. Igy AUERBACH kimutatta, hogy az

[1] Id. m. 24.

[2] Osservazioni e sperienze intorno ad un prodigioso animaluccio delle infusioni di LUIGI GUANZATI. C. R. B. Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti. Tom. XIX. Milano. 1796. Terjedelmes kivonatát l. ZWZ. VI. (1855) 432–442.

[3] Monatsber. der Berliner Akad. vom 18. Dezember. 1851. v. ö. ZWZ. IV. (1853) 258.

[4] Vergl. Anat. p. 25.

[1] Observationes quædam de Gregarinis. Vratislaviæ. 1846.

[2] Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. 1848.

[3] Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien AAP. 1849. Továbbá: Neuere Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. (1852) 475.

[4] Ueber den Encystirungsprocess der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 253. Továbbá: Ueber Encystirung von Amphileptus Fasciola. ZWZ. V. (1854) 434.

[5] Ueber Encystirung von Oxytricha Pellionella. ZWZ. V. (1854) 430.

[6] Ueber Cystenbild. der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 301.

Amoebák, miután több nemzedéken át oszlás útján szaporodtak, végre megpihennek, s gömbbé huzódva betokozzák magokat.[1] GREEFF, SCHULTZE E. F., HERTWIG, LESSER, HAECKEL és CIENKOWSKI, valamint több más újabb búvár ugyanezt észlelte számos, mind karéjos, mind sugaras állábú édesvízi *gyökérlábúnál* s *Monernél.* A gyökérlábúak között általában csak a *Polythalamiumok* és *Radiolárok* nem ismeretesek még betokozott állapotban. Az előbbieknél talán a protoplazma-testet borító állandó héj, az utóbbiaknál a tokon kívüli sarcodét borító kocsonyás burok teszi feleslegessé a pihenési állapot alatt külön tok fejlődését.

A *Cilioflagellátok* tokjait CLAPARÈDE és LACHMANN,[2] a *Noctilucákét* CIENKOWSKI,[3] az oly kétes állású *Labyrinthuleákét* ugyanő,[4] a *Catallactákét* pedig HAECKEL irta le.[5]

Mindezek után ismereteink jelen állásán határozottan mondhatjuk, hogy a betokozódási képesség a véglényeknél általánosan el van terjedve, s azok, melyek betokozott állapotban még ismeretlenek — ha a *Polythalamiumokat* és *Radiolárokat* figyelmen kívül hagyjuk — aránylag tekintélytelen töredéket képviselő kivételek.

A véglények tokjainak állománya és szerkezete meglehetős tág korlátok között változik. Minthogy a tokok hasonló módon, mint pl. a sejthártya, híg állománynak az egész felületen való kiválása által jönnek létre, kezdetben természetesen híg, nyálkás, kocsonyás állományúak s némely esetben, mint pl. számos levélzöldet tartalmazó *Flagellátnál,* hosszasan, vagy állandóan ilyenek maradnak s legfeljebb kiszáradáskor tömörülnek kemény, héjszerű állománynyá, épen úgy, mint a tőlök elválaszthatatlan Palmellaceáknál. Az állati véglényeknél ellenben a kiválasztott állomány rendesen igen rövid idő alatt hártyává szilárdúl, mely a váladék mennyiségéhez képest vékonyabb vagy vastagabb, többnyire egynemű, ritkábban rétegezett, mint pl. számos *Gregarinánál* s majd rugalmas hajlékony, majd ismét lassankint megmerevedik, úgy hogy nyomásra az üveghez hasonlóan repedezik.

[1] Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. ZWZ. VII. (1855) 365.

[2] III. 69.

[3] Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris AMA. (VII) 1871.

[4] Ueber den Bau und die Entwicklung der Labyrinthuleen AMA. (1867) 274.

[5] Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig. 1870. 141.

A burok felülete legtöbb esetben síma, némely véglénynél azonban, mint bizonyos moszatok s gombák spórái vagy bizonyos peték különböző, sculpturákkal ékesített. Igy pl. bizonyos *Flagellátoknak* tokja kiálló gömböcskéket visel; *a Nassula ambigua* tokjai STEIN szerint délkörös vonalakban finoman pettyegetettek[1] s e pettyek, erősebb nagyításnál kis kiálló, víztiszta gömböcskéknek látszanak, melyek délkörösen lefutó gyöngysorokként övezik a tokot s ennek igen csinos külsőt kölcsönöznek. Az *Epistilys branchiophila* hordóalakú tokján szabályos közökben nyolcz délkörös taraj emelkedik, az ezek közötti mezők pedig finoman harántul sávolyozottak.[2] Az *Euplotes Charon* kerekded, síkdomború tokja, STEIN szerint domború felületén 6—7 igen csinos haránt redőkbe szedett tarajjal díszített.[3] A *Stylonychia Mytilus* gömbölyű tokja felületén szabályosan elhelyezett ivelt redőket,[4] a *Stylonychia Histrióé* kiálló durva dudorokat visel, mint a gubacs. A *gyökérlábúaknak* tokjait gyakran szintén rajzok, sculpturák ékesítik, így pl. az *Euglypha alveolata* tokja HERTWIG O. és LESSER szerint, hatszögletes terecskékből van összetéve,[5] én magam pedig a *Clathrulina elegans* lencsealakú tokjának szegélyét három sorban elhelyezett hatalmas tüskékkel találtam fegyverezve.

Megjegyzendő, hogy számos véglénynél vékony- és vastagfalú, sima és sculpturával ellátott tokok észleltettek; így pl. hogy mást ne említsek, a *Podophrya fixánál* a sima, szerkezet nélküli tokokon kívül ismeretesek még olyanok, melyek 4—5 gyűrűs tarajt viselnek, s WEISSE-től, mint külön *Acinetaféle, Orcula* elnevezés alatt irattak le.

Némely véglény egymásután 2—3 tokot választ ki, melyek közül a külsők többnyire vékonyak, szerkezet nélküliek, míg a belső, mely az összehuzódott testet megfekszi, vastagabb s gyakran sculpturákat visel; ismeretes ez pl. néhány *Flagellátról* s *gyökérlábúról.*

A tokok rendesen egészen víztiszták, szintelenek; a hosszabb pihenésre szánt tokok azonban, melyek vastagságukkal és sculpturájukkal is gyakran kitünnek, nem ritkán megbarnulnak.

A tokok alakja leggyakrabban megközelíti a göm-

[1] Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. unters. 249.

[2] STEIN, id. m. 125.

[3] I. 139.

[4] STEIN, id. m. 150.

[5] Ueber Rhizopoden und denselben nahestehenden Organismen. AMA. X. Suppl (1874) 128.

böt; ismeretesek azonban pl. tojás-, lencse-, zsemlye-, körte-, orsó-, sarlóalakú tokok is, valamint olyanok, melyek rövidebb vagy hosszabb kocsányba vannak ki húzva; szóval a tokok alakjukat s szerkezetüket tekintve, igen hasonlítanak spórákhoz, vagy petékhez, melyekkel, miután a betokozott véglény jellemző elkülönülései, pl. a csillószőrözet, ostorok s többnyire a lüktető űröcske is végkép elenyésznek, könnyen összetéveszthetők.

Előképzett nyilás a véglénytokokon ritkán fordul elő; kirajzáskor vagy szabálytalanul reped szét a tok, vagy pedig egy ponton hasad ki, mely csakhamar kerek nyilássá tágul, melyen a véglény magát, mint valamely rajzó-spóra, keresztül szorítja. Állandó nyilással ellátott tokot talált STEIN a *Stentor polymorphus* és *St. coeruleusnál;*[1] ezen ázalékállatkáknak vastag, rétegzett tokjai körtealakuak s elkeskenyedő sarkukon tág nyilással vannak ellátva, mely a pihenési idő alatt lencsealakú, kocsonyás összeállású dugaszszal van kitöltve. Egészen bizonyos peték mikropyléjére emlékeztető nyilás által van megszakítva, HAECKEL szerint a *Magosphaera Planula* vastag tokja.

Nem hagyhatom e helyen említés nélkül, hogy némely héjat lakó gyökérlábuak gyakran nem választanak ki egész tokot, hanem beérik avval, hogy héjuknak szájadékát, mint a téli álomra készülő csigák, kiválasztott kupakkal zárják el; ezt találtam én a mohapárnák alatt töménytelen mennyiségben élő *Euglyphák-, Trinemák-* és *Cyphoderiáknál.* A földben élő *Amoebák* szárazság idején egyszerűen összehúzódnak s tetemesen megtömörülő kéregrétegük helyettesíti a külön tokot.[3] Némely csillószőrös ázalékállatkák kiszáradáskor szintén egyszerűen gömbbé húzódnak s mint a Rotatoriumok, Tardigrádok s Angvillulák vastag cuticulájoktól védetnek; ezt tapasztaltam én, a kolozsvári háztetők mohapárnái alatt gyakori *Opercularia arenicolánál.*

A mi a tokok vegyi összetételét illeti, erre nézve annyit tudunk, hogy a tömöttebb összeállású tokok oldószereknek, mind savaknak, mind pedig égvényeknek hosszasan ellentállanak s a növények módjára táplálkozó zöld *Flagellátoknál* celluloséból, az állati módon táplálkozóknál ellenben chitinből, vagy legalább evvel rokon anyagból állanak. Csak ritkán rakódik a tokok állományába kovasav, mint pl. a *Heliozoumok* s *Euglyphák* üvegszerű tokjába. A zöld *Flagellátoknál* gyakran előforduló kocsonyás burkok kétségkívül vegyi összetételükre nézve sem térnek el a Palmellaceák pihenő sejtjeit körülzáró kocsonyás burkoktól.

[1] II. 233 és 242.

[2] Stud. üb. Moneren und andere Protisten. Leipz. (1870) 142.

[3] R. GREEFF, Ueber einige in der Erde lebenden Amoeben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866).

Minthogy a véglények betekozódása a protoplazma-testnek azon tulajdonságán alapszik, hogy képes szabad felületére hártyává, héjjá szilárduló nyálkás állományt kiválasztani: bizonyára egészen jogosan állíthatja COHN,[1] hogy a tokok alaktanilag a véglényeket borító cuticulával, pánczélokkal s elálló héjakkal azonos értékűek.

A betokozódás élettani jelentősége, bár fokozottabb mértékben, de első sorban mégis ugyanarra látszik kiterjedni, mint a cuticuláé, pánczéloké s héjaké: azaz a véglény magát a külvilág káros behatásai ellen betokozódással oltalmazza. A véglények általában a vizeknek lakói, s még azok is, melyek pl. a laza korhanydús földben, a mohapárnák alatt, a fakérgek zuzmói között s más hasonló helyeken tanyáznak, teljes élettevékenységben csak akkor találhatók, midőn tartózkodási helyüket esőzések idején a víz gazdagon átnedvesíti, vagy épen elárasztja; azon véglények végre, melyek az állatok belsejében élnek, szintén csak a gazda testének nedvdús üreiben lelhetők. Ebből kifolyólag magától érthető, hogy a véglények életére a legkárosabb külső hatást a nedves elem hiánya képezi s a betokozódás első sorban ez ellen, azaz a kiszáradás veszélye ellen biztosítja a véglényeket. Azon ideiglenes pocsolyák, melyeket a talaj mélyedéseiben, kerékvágásokban, a marhák lábnyomaiban, kivájt köveken stb. az összegyűlt esővíz képez, s melyek nyári időben a véglények nyüzsgő életének színhelyei, kezdődő beszáradásuk alkalmával a véglények betokozódásának tanulmányozására a legalkalmasabb s legtanulságosabb lelőhelyek. Itt az egész parányi világ iparkodik, siet betokozódás által a kiszáradás veszélyét kikerülni; s valóban csodálkoznunk kell, hogy ezen a véglények életében oly nevezetes szerepet játszó s oly gyakran észlelhető folyamat oly hosszasan ismeretlen maradt, s ha a véglények ismeretének történetéből nem okultunk volna, valóban csodálkoznunk kellene EHRENBERG-en, ki, miután STEIN a *Vorticella microstomának* betokozódását oly pontosan leírta, ez utóbbinak, épen úgy, mint a múlt századbeli GUANZATI-nak, a látottak téves magyarázatát vetette szemére, sőt egészen alaptalanúl még

[1] Ueber den Encystirungsproc. etc. ZWZ. IV. (1853) 276.

avval is vádolta, hogy a kocsányokról levált s gömbbé húzódva *«vedlésnek indult» Vorticellákat* kerékállatkák petéivel tévesztette össze.[1] Hogy a betokozódás első sorban csakugyan a kiszáradás veszélye ellen irányul, erre nézve különös fontossággal bírnak Cienkowski kísérletei, melyek azt bizonyítják, hogy kis mennyiségű vízben, lebegő cseppben tartott legkülönbözőbb vélényeket, a folyadéknak lassú és óvatos elpárolgatása által, mintegy kényszeríteni lehet a betokozódásra.[2]

A betokozódás felfedezése által a végléuyeknek a Föld kerekségén való széles, mondhatnók korlátok nélküli elterjedése, valamint pocsolyákban és öntelékekben való gyors és tömeges megjelenésük igen egyszerűen, természetesen magyarázható s jórészt elveszíti a rejtélyesség nimbuszát. A kiszáradt pocsolyák medrében ott szunnyadnak betokozva a pocsolyát népesítő véglények, hogy a legközelebbi eső alkalmával koporsójukat megrepesztve, legott új életre ébredjenek, vagy hogy a szellő szárnyaira kerülve, rövidebb-hosszabb légutazás után szétszórassanak s kedvező helyre vetődve, mint valóságos kozmopoliták, bárhol folytassák megszakított élettevékenységüket. A véglények tokjainak a mérlegelhetetlen csekély súly ad szárnyakat, végtelen parányiságuk pedig megnyit előttük minden rejteket: a légáramlások születési helyüktől távol fekvő vidékekre, a völgyek mélyéből a bérczek csúcsaira sodorják, s a hová csak a levegő betolakodhatik, mindenüvé elviszi s széthinti a parányi világ kóbor csiráit. Ime, a véglények betokozódási képességében rejlik a *pansperminának* ép oly egyszerű, mint természetes magyarázata!

A betokozódás azonban korántsem csupán a kiszáradás ellen oltalmazza a véglényeket; ellenkezőleg számos véglény más körülmények között is betokozza magát.

Bizonyos véglények mindannyiszor, valahányszor teletömték magukat táplálékkal, vékony burkot választanak ki, s betokozott állapotban végezik, nem háborgatott nyugalomban, az emésztés munkáját, hogy tokjukat az emésztés befejeztével magánosan, vagy oszlás által megszaporodva, ismét elhagyják. Ily *emésztési tokok* ismeretesek pl. Cienkowski vizsgálatai után a *Vampyrelláknál*, a *Heliozumokhoz* igen közel álló sugaras állábú gyökérlábuak között, valamint, többeket nem említve, a nevezett búvár által *Colpodella pugnax* névvel jelölt *Flagellatnál*.[1] A csillószőrös ázalékállatkák között Cohn szerint a *Trachelius Ovum*,[2] Claparède és Lachmann, valamint Stein búvárlatai szerint pedig a *Vorticellaféléket* pusztító *Amphileptusok* végezik az emésztést vékonyfalu tokokban; ugyanily emésztési tokokba zárkóznak vizsgálataim szerint bizonyos *Enchelysek* is.[3]

Igen nagyszámú véglénynél észleltetett továbbá, hogy miután több nemzedéken át folytatott oszlás útján nagy mennyiségben elszaporodtak, minden kimutatható ok nélkül, egymásután betokozzák magukat s csak hosszabb, gyakran több hónapra terjedő pihenés után hagyják el ismét, vagy egyenkint, vagy a tokon belül véghez ment oszlás útján megszaporodva, tokjaikat; ezen tömeges betokozódás arra enged következtetnünk, hogy a véglényeknek, mint az egysejtű moszatok- s gombáknak, bizonyos nemzedékek ciklusa után hosszabb pihenésre van szükségük.

Már az előadottakban többször ismételtem, hogy a véglények tokjaikon belül gyakran két vagy több részre oszlanak s megszaporodva hagyják el az anyatokokat. Ez némely véglényeknél csak kivételes, másoknál ellenben egészen állandó s a szaporodás mindig csak a tokon belül megy véghez. Igy a *Gregarinák* állandóan csak betokozott állapotban hozzák létre nagyszámú apró szaporodási testecskéiket, az ú. n. *pseudonavicellákat*, vagy *psorospermiumokat*; számos *gyökérlábú* és *Moner*, nemkülönben bizonyos *Flagellátok*, pl. az *Euglenafélék*, több *Cilioflagellát*, a *Noctilucák* s nehány csillószőrös ázalékállatka, pl. az *Amphileptusok*, szintén csupán betokozott állapotban képesek osztódni.

A véglények betokozódása a bebábozódástól bizonyára igen távol áll; ellenben vele teljesen azonos folyamatot ismerünk a legalsóbb növényeknél, az egysejtű moszatok s gombáknál, melyeknek spórái szabad mozgásuk befejeztével bizonyos ideig tartó pihenésre s új rajzók képzésére szintén betokozzák magukat; bizonyára mai nap sem fog ellentmondásra találni Cohnnak azon állítása, hogy egyrészt az ázalékállatkáknak, másrészt pedig az egysejtű növények rajzóspóráinak felfedezése után az állat- és növényország között felállított különbségek tarthatatlanokká váltak.[4]

[1] Monatsb. d. berl. Akad. vom 18. Dec. 1851. V. ö. Cohn id. m. id. h.

[2] Ueber Cystenbildung bei Infusorien ZWZ. VI. (1855) 301.

[1] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865). 216. 221.

[2] Id. m. 267.

[3] Természetr. füz. II. (1878) 237.

[4] Id. m. p. 278.

III. SZAPORODÁS ÉS FEJLŐDÉS.

A véglénybúvárlat korábbi szakaiból, nevezetesen pedig Ehrenberg és Dujardin idejéből, a véglények szaporodására s fejlődésére vonatkozó számos becses adat szállott ugyan a legújabb korra: hogy azonban mindezek csak az első behatóbb búvárlatok relativ értékével bírhattak, ez a dolog természetében rejlik. A véglények szaporodásának s fejlődésének alapos ismerete a haladás természetes sorrendje szerint előbb nem volt, nem lehetett várható, mielőtt a véglények szervezetére vonatkozó eltérő felfogások újabb, elfogulatlan búvárlatoktól megoldást nem nyertek; nem volt előbb várható, mielőtt a sejttan magasabb tökéletességre nem emelkedett s mielőtt az alsóbb állatoknak és növényeknek gyakran igen bonyolódott szaporodási és fejlődési menete behatóbban nem tanulmányoztatott. Mivel pedig mindezen irányokban csak a legújabb kor búvárlatai derítettek világosságot, a véglények szaporodásának s fejlődésének ismerete csakis a legújabb időben nyerhetett élénkebb lendületet; midőn azonban egyrészt határozottan állíthatjuk, hogy az ismeretek ezen irányban a legújabb idő alatt hatalmasan előrehaladtak, másrészt konstatálnunk kell azt is, hogy számos homályos kérdésre még a jövőtől várjuk a feleletet.

A véglények elsődleges keletkezésének kérdése.

A biológiai tudományok gyermekkorában, midőn a csodákban való hit lidérczként nehezedett a tudomány emberére is, melytől nem tudott szabadúlni; midőn mindazon jelenségeknek okát, melyeket az ismeretek hiányossága miatt közvetetlenűl megmagyarázni nem lehetett, természetfölötti erők szeszélyes játékára vezették vissza: igen természetes, hogy az alsóbb szervezeteknek s ezekkel együtt a véglényeknek bizonyos körülmények között látszólag egyszerre, töménytelen mennyiségben való megjelenését csakis a szüléknélküli, *elsődleges keletkezés* feltevésével vélték magyarázhatónak. Ezen általánosan elterjedt felfogással szemben, mint a fentebbiekben alkalmam volt előadni, már a múlt században Spallanzani, jelen századunkban pedig Ehrenberg és Dujardin emeltek szót az ellen, hogy a véglények elsődlegesen, szülék nélkül keletkezhetnek. Ehrenberg-nek valóban nem volt szüksége ezen feltevéshez folyamodni, mivel szerinte minden véglény hermafrodita, s oszláson kívül töménytelen mennyiségű végtelen parányi peték által szaporodik, melyek a víz- és a levegőtől széthordatva, mindenüvé elplántálják a láthatatlan világ életét; Dujardin viszont, bár szoros értelemben vett peték létét tagadta, szintén nem szorult az elsődleges keletkezés feltevésére, minthogy Spallanzani-val hajlandó a véglények testében fejlődésre képes *præorganisált testecskéket (corpuscules préorganisés)*, azaz parányi csírákat feltenni.[1] A legujabb időben végre, miután a véglények betokozódását és spóraképződését felfedezték, s miután másfelől az elsődleges keletkezés az élősdi állatok és gombák bonyolódott fejlődésmenetének kifürkészése által ezen területen is, melyen oly hosszasan hittek létezésében, véglegesen megdöntetett, az illetékes búvárok legnagyobb része az elsődleges keletkezés feltevését a tudományból egészen kiküszöbölendőnek nyilvánította, s a véglények gyakran rejtélyes megjelenésének magyarázatára elégségesnek tartotta, hogy a levegő által széthintett tokokra és spórákra utaljon.

Evvel szemben azonban az elsődleges keletkezés, a mennyiben a véglényekre, különösen az öntelékekben gyorsan megjelenő legalsóbb alakokra vonatkozik, ismét és ismét akadt védelmezőkre, még pedig a tudománynak igen tekintélyes állású képviselőiben, minők: Naegeli, Pouchet, Owen, Schaffhausen, Haeckel, Karsten stb. s a kísérletezés, részben még jelenleg is napirenden van.

Midőn e helyen a véglények elsődleges keletkezésének kérdését érintem, mindenek előtt ki akarom emelni, hogy azon kollektiv fogalomba, melyet *elsődleges keletkezésnek (generatio spontanea, æquivoca, originaria, primaria etc.)* nevezünk, voltaképen a keletkezésnek lényegesen különböző hipotétikus módjai vannak összefoglalva: t. i. a szervetlen vegyületekből való, szoros értelemben vett elsődleges keletkezés, mintegy önmagátszülés (sit venia verbo!), melyet Haeckel *autogoniának*,[2] Milne Edwards H. pedig «*formation agénétique*»-nek[3] nevez, — s továbbá, a legalsóbb lényeknek már meglevő s vagy bomlásnak indúlt, vagy pedig élő szerves állományból való keletkezése, melyet Milne Edwards, — ki a kettőt, t. i. a holt s az élő szerves állományból való keletkezést,

[1] Infusoires. 101.
[2] Gener. Morphologie. I. 179.
[3] Leçons sur la Physiologie etc. VIII. 251.

megkülönbözteti, — *«nécrogénie»* és *«xénogénie»*,[1] számos szerző *heterogenia*, HAECKEL pedig *plasmogenia*[2] névvel jelöl.

Általános természetbölcseleti szempontból az autogonia kérdése a biológiai tudományoknak kétségkívül egyik legfontosabb alapkérdése. — Hogy a legelső élő lényeknek, melyek a mai nap élő legalsóbb véglényekkel egyezhettek meg, okvetetlenül szervetlen vegyületekből kellett képződniök, erre nézve a mai biológok között alig van véleménykülönbség s a dolog lényegére nézve egészen mindegy, vajjon Földünket, vagy pedig — THOMSON hipotézise szerint — valamely idegen bolygót képzeljünk-e az autogonia szinhelyének. Hogy az autogoniának valamikor meg kellett történnie, ezt mondja a dolgok okait fürkésző ész, bár ezt kézzelfoghatólag kimutatni természetesen sohasem sikerülhet. — Egy más, nem abszolute megoldhatlannak látszó kérdés az: vajjon mai nap jönnek-e létre autogonia útján élőlények? HAECKEL ezt *Monereire* nézve valószínűnek tartja s oly módon képzeli a *Monereknek* autogonia útján az élőállomány vegyületeit alkotó elemek oldatából való kiválását, mint a kristályokét az anyaoldatból, azaz épen úgy, miként a sejtelmélet megalapítói a sejtek fejlődését képzelték; ez azonban csak hipotézis, mely egyetlen megfigyelésre sem támaszkodik. Mindaz, a mit kisérletezés útján az autogoniáról tudnunk lehet, abból áll, hogy szervetlen vegyületek oldatából élő lényeket fejleszteni még eddig senkinek sem sikerült. Az elért negativ eredmények abszolute nem zárják ugyan ki a még mai nap is tevékeny autogonia lehetőségét, de minden esetre igen valószinűtlenné teszik.

Mindazon kisérletezések azonban, miket SPALLANZANI-tól PASTEUR-ig s egész napjainkig az elsődleges keletkezés kérdésének eldöntése céljából végeztek, az autogoniát csak mellékesen érintik, voltaképen pedig a plasmogonia, azaz a körül forognak: vajjon szerves testek öntelékeiben, tehát már meglevő szerves állományból képződhetnek-e elsődlegesen legalsóbb élőlények? Mindaz pedig, a mit ezen többnyire igen elmésen konstruált készülékekkel s a legszorgosabb ellenőrzéssel végzett kisérletek bizonyítanak, a következőkben foglalható össze:

1. Hosszabb ideig 100° C.-ra hevített s azután a levegő bejutásától elzárt öntelékben véglények nem képződnek; míg a meg nem tisztított körlégnek ily öntelékhez való hozzájárultával csakhamar megjelennek.

2. Ha a levegő a felforralt öntelékhez izzásig hevített, vagy tömör fémsavakat tartalmazó csövön keresztül vezettetik, avagy a csőbe dugott gyapoton át filtráltatik, élettelen marad az öntelék, mintha csak a levegő bejutásától el lett volna zárva.

3. Az életre ébredő csíráknak e szerint okvetetlenűl a levegőben kell lebegniök; ezek a levegőben lebegő csírák PASTEUR módszerével, — mely abban áll, hogy filtráló dugaszúl lőgyapot használtatik s ez azután ætherben feloldatik, — könnyen ki is mutathatók.

4. Tekintetbe véve a különböző, teljesen megbízható búvároktól különböző módszerek alkalmazása útján elért nagyszámú egyező eredményeket, alig szenvedhet kétséget, hogy azon kivételes esetek, melyekben megtisztított levegővel ellátott s felforralt öntelékben mégis fejlődtek véglények, valamely hibának a kisérletbe való becsúszására vezetendők vissza, pl. a használt edény nem volt kellőleg megtisztítva, vagy a levegő bejutása ellen nem volt teljesen elzárva, vagy pedig az öntelék nem volt kellő ideig forralva.

5. A kisérletezésre használt száraz anyagokat nem elég 100° C.-ra hevíteni, mivel a kiszáradt spórák, csírák és tokok LÜDERS, DOYÈRE s mások vizsgálatai szerint csak 120—140° C.-nál vesztik el fejlődésképességüket.

De vajjon mit bizonyítanak mindezen kisérleti eredmények, vajjon véglegesen megczáfolják-e plasmogonia létét? Nem, — csupán azt bizonyítják, hogy a mindent megfertőztető, tehát az öntelékekben is benfoglalt parányi csírák, ha azokat előbb megöljük, életre többé nem ébrednek; továbbá azt, hogy a szerves anyagokban, ha azokat az életet megölő magas hőmérséknek tettük ki, élet többé nem ébredhet: azaz röviden azt, hogy az anyag, ha már egyszer meghalt, magára hagyva holt marad. Ez ugyan magában elég fontos, de még sem kielégítő eredmény; fontos, mert kizárja az elsődleges keletkezésnek azon hipotétikus módját, hogy a szervezeteknek elhalt részeiből legalsóbb élőlények keletkezhetnek, azaz kizárja a nekrogeniát; ki nem elégítő pedig azért, mert nem zárja ki a xenogeniát. Mert ezen kisérleti eredményekkel szemben még mindig fel lehet tenni azon lehetőséget, hogy az élő állománynak legkisebb részecskéi, oly körülmények között, melyek az egész szervezet életének folytatására kedve-

[1] Op. c. 252.
[2] Op. c. II. 33.

zőtlenek ugyan, de nem abszolute halált okozók, a legalsóbb lények csíráivá szerveződhetnek!

Könnyen belátható, hogy az ily értelemben vett elsődleges keletkezés kisérleti úton való bebizonyításának legyőzhetetlen akadályok állanak útjában; mert egy felől nem ismerünk, s alig is képzelhetünk oly eljárást, mely a külvilágból származó csírákat elölné, a nélkül, hogy egyúttal az élőállománynak ama hipotétikus csírákká szerveződő részecskéi is egyúttal tönkre ne mennének; másfelől pedig nem zárható ki annak lehetősége, sőt valószínűsége sem, hogy a látszólag magából az elhaló szerves állományból életre ébredő apró csírák, minők pl. a legkisebb Mikrokokkusok, vagy azok a legerősebb nagyításoknál is a látás végső határán álló parányi gömbök, melyekből némely búvárok szerint a Monadok képződnek, nem voltak már eleve meg észrevehetetlen parányiságban az élő szervezet anyagában, hogy kedvező körülmények között észrevehetőkké növekedjenek. Épen ily nehézségbe ütközik azonban a xenogenia létének végleges megczáfolása is, s csakis a magasabb szervezetek fejlődésének ismeretéből levont analogiákra támaszkodva, lehet állítanunk, hogy a xenogenia léte ismeretink jelenlegi állásán nem látszik valószínűnek.

1. *A Gregarináknak s a velük rokonszervezeteknek szaporodása és kifejlődése.*

Henle már 1835-ben sajátságos tokokat fedezett fel a földi giliszta ivarszerveiben, melyek egészen a Naviculákra emlékeztető, kemény héjú, orsóalakú testecskéket tartalmaztak[1] s melyeket Hoffmeister valódi Naviculáknak tartott.[2] Négy évvel később Siebold írt le hasonló tokokat, melyeket a *Gregarina caudata* társaságában talált egy légy-álczának, a Sciara nitidicollisnak bélcsatornájában, s bár tartózkodva, de mégis kimondotta annak lehetőségét, hogy a Navicula-alakú testecskék, melyeket *navicelláknak* nevezett s melyekkel a Henle felfedezte tokok testecskéit azonosoknak állította, a Gregarinák fejlődéskörébe tartoznak.[3] Ismételt vizsgálatok után Henlé-nek is sikerült a földi giliszta ivarszervében a navicella-tokokkal együtt élő Gregarinákat *(Monocystiseket)* felfedezni, minek alapján hajlandóvá lőn

[1] Ueber die Gattung Branchiobella AAP. (1885) 592.
[2] Meckel alább id. m. 481.
[3] Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere. Danzig. 1839. p. 63. V. ö. Stein alább. id. ért. 198.

Siebold azon feltevésében osztozkodni, hogy a navicella-tokok, melyeket Meckel a földigiliszta fejlődésben levő petéinek állított,[1] a Gregarinák szaporodásával állanak viszonyban[2] s úgy ő, valamint Frantzius is, ki nyolcz különböző rovarban élő Gregarinákkal együtt szintén ráakadt a navicella-tokokra,[3] elvetette Kölliker azon feltevését, hogy a Gregarinák oszlás útján szaporodnak.[4]

Ezen észleletek állottak rendelkezésére Stein-nak, ki a Gregarinák ismeretéről alapvető dolgozatában[5] igen beható tanulmányok alapján kimutatta, hogy a *navicellák*, a *pseudonavicellák*, vagy miként azóta neveztetnek, a mióta Leydig,[6] majd Lieberkühn is[7] arra utalt, hogy a Müller János-tól 1841-ben felfedezett, úgynevezett *psorospermiumokkal*, egyenértékű képződmények, — a *psorospermiumok*, tényleg nem egyebek, mint a Gregarinák szaporodási testecskéi, azaz *spórái*. Kölliker-t is ugyanezen felfogás felé vezették tanulmányai,[8] főleg Bruch-nak, Lieberkühn-nek,[9] Van Beneden Eduard-nak,[10] Schneider Aimé-nek[11] és Bütschli-nek,[12] vizsgálatai végre teljesen szilárd alapra fektették a Gregarinák spórák útján való szaporodásának tanát.*

A szaporodásnak induló Gregarinák egyenkint, vagy párosával, kivételesen hármasával egybekelve, gömbbé húzódnak, s a spóraképzésre betokozzák magukat. Stein észleletei utján azt vélte, hogy a páron-

[1] Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischer Thiere. AAP. (1844) 482.
[2] Ueber die Gattung Gregarina. AAP. (1845) 373.
[3] Observationes quædam de Gregarinis. Berolini. 1846.
[4] Die Lehre von der thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen, nach neuesten Fortschritten dargestellt. Zeitschr. f. wiss. Botanik. II. H. (1845) 97.
[5] Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) 182—223.
[6] Ueber Psorospermien und Gregarinen. AAP. (1851) 221.
[7] Évolution des Gregarines. Bull. de l'Acad. royal de Belgique T. XXVI. 1855.
[8] Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere ZWZ. (1848) 25. Továbbá: Icones histiologicæ I. Abth. Leipzig. 1864 p. 8.
[9] V. ö. id. művén kívül: Ueber die Psorospermien. AAP. (1854) 1. és 349. Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen AAP. (1865) 508.
[10] Recherches sur l'evolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. 2. sér. I. 31. (1871) 325.
[11] Contributions à l'histoire des Grégarines. Arch. de zoolog. expériment. I. IV. p. 493. V. ö. Leuckart, Bericht. AN. 42. Jahrg. II. (1876) 599.
[12] Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. XXXV. (1881) 384.
* A spórák útján való szaporodás miatt jelöli Leuckart újabban a Gregarinákat Sporozoa névvel *(Die Parasiten des Menschen. Zweite Aufl. I. Bd. Leipzig.* [*1879.*] *241.)*

kint való *egybekelés (conjugatio)* s ezt követő *egygyéolvadás (copulatio)* kivétel nélkül mindig megelőzi a spóraképződést; más búvárok vizsgálatai ażonban ezen állítást nem erősítették meg. Az egybekelés gyakori jelenség ugyan, de ép oly gyakori az egyenkint való betokozódás is, sőt SCHNEIDER szerint az egybekelést sem követi minden esetben egygyéolvadás, hanem az egybekelt párok külön-külön is betokozhatják magukat, a midőn azután egy kétrekeszű tok fejlődik (Pseudoconjugatio). SCHNEIDER szerint az egybekelő párok mindig mellső testvégükkel egyesülnek, azután összehúzódva, egész hosszukban megfekszik egymást, hogy végre egygyé olvadjanak. STEIN vizsgálatai után azonban ezt nem lehet általános szabálynak tekinteni; a nevezett búvár szerint ugyanis az egybekelés némely Gregarináknál a mellső, másoknál a hátsó testvéggel, ismét másoknál az ellenkező testvégekkel való egyesüléssel veszi kezdetét, s az egybekelés utóbbi módjának előfordulását a Tenebrio Molitor álczájának belében élő *Gregarina polymorphánál* legújabban BÜTSCHLI is megerősíti.[1] — Az egyenkint vagy párosával gömbbé húzódott s végre egygyéolvadt Gregarinák kettős burkot választanak ki: egy külső kocsonyás burkot s ez alatt egy, rendesen rétegzett tömöttebbet. VAN BENEDEN szerint némely betokozott Gregarina, mint pl. a Hommarus belében élő *Gregarina gigantea*, oszlás által szaporodhatik is, s így jőnek azután létre kocsonyás alapállományba ágyazott egész tokhalmazok, melyek egészen a porcztokokra emlékeztetnek; a tokoknak ezen szaporodási képességéből magyarázható meg, hogy a tokok gyakran sokkal kisebbek, mint a Gregarinák maguk.[2] Ily közös kocsonyás állományba ágyazott Gregarina-tokokat MAC INTOSH is észlelt a Borlasia octoculatában.[3]

Spórák képzésére a tokok tartalma egészen sohasem használtatik fel; a durván szemecskézett plasmának egy része állandóan nem vesz részt a spóraképződésben s kisebb-nagyobb tömegekben visszamarad.

Magokról a spóráknak fejlődéséről STEIN-nak s LIEBERKÜHN-nek régebbi, de különösen SCHNEIDER-nek és BÜTSCHLI-nek újabb vizsgálatai után a következőket tudjuk.

Mindenekelőtt igen fontos tudnunk, hogy a betokozott Gregarinának, vagy az egybekelt párnak magjai minő változáson mennek át. Erre nézve csupán BÜTSCHLI-nek töredékes észleletei állanak rendelkezésünkre. A nevezett búvár a *Gregarina polymorpha* egybekelt párjainak igen fiatal tokjában mindkét egyén magját tetemesen megkisebbedettnek, a magburkot szerfelett finomnak s a magok állományát egyneműen, finoman szemecskézettnek találta; a közönséges magvak igen tekintélyes magocskájának nyoma sem volt többé.[1] Ugyanő egy valamivel idősebb tok tartalmának szemecskétlen kéregrétegében, mely egyes spórákra még nem volt elkülönülve, igen nagyszámú apró magokat talált, melyek nehezen képződhettek külön a kéregrétegben, hanem sokkal valószínübben az egygyé olvadt párok magjaiból származtak. A betokozódott Gregarinák magjára vonatkozó ezen hézagos adatoknál tökéletesebben ismerjük, különösen SCHNEIDER és BÜTSCHLI vizsgálatai után, a spórák fejlődését, mely az egész felületen egyidejüleg meginduló sarjadzási folyamatnak látszik. A legfiatalabb spórák egy-egy magot tartalmazó, — csaknem egészen szemecskétlen, átlátszó, burok nélküli hengeres hámsejtekhez hasonlítanak, melyek a tokok durvaszemecskéjű tartalmát egészen oly módon kérgezik be, mint a rovarok blastoderma-sejtjei a táplálószéket. Általában véve az egész sporaképződés, beleértve azon töredékes adatokat is, melyeket a betokozott egyének magjáról tudunk, mint az előadottakból látható, igen élénken emlékeztet a rovarok blastodermájának fejlődésére. A fejlődésnek ezen korai szakán levő spórák rövid idő mulva behúzódnak a felületes rétegből a tömlő tartalmának belsejébe s itt érik el teljes kifejlődésüket. A burok nélküli apró sejtek általában orsóalakot váltanak s a Naviculákhoz való hasonlatosságukat kiegészíti az, hogy felületükön kemény, kovasavat azonban nem tartalmazó, héj válik ki. A spórák plasmája kevés szemecskét tartalmaz, melyek rendesen egyoldalulag vannak elrendezve; a spóra magja, melyet mind SCHNEIDER-nek, mind pedig BÜTSCHLI-nek sikerült kimutatni, kissé középponton kivül foglal helyet, gömbölyüded alakú, jól kivehető hártyától burkolt s egészen megegyezik az ú. n. elsődleges mag szerkezetével.

A Gregarinák egy részénél sajátságos spórajáratok fejlődnek ki, melyeket már STEIN is ismert, SCHNEIDER és BÜTSCHLI pedig részletesebben tanulmányozott. Ezen spórajáratok a tokok rétegzett belső

[1] I . m 381.
[2] I . mü. 326.
[3] On the Gregariniform Parasite of Borlasia. Transact. of the roy. microscop. Soc. of. London. 1867. V. ö. VAN BENEDEN id. m. id. p.

[1] Id. m. 391.

burkából kiinduló csövek, melyek kezdetben a felületről a tok belsejébe vezetnek, a teljesen kifejlődött spórákat tartalmazó tokokból ellenben kifele fordúltak, áthatolják a burkokat s a spórák kivezetésére szolgálnak. A Gregarinák más részénél hiányzanak a spórajáratok s ezeknél a tok szétrepedése útján szóródnak szét a spórák. A tokok szétrepesztésénél valószínüleg szerepet játszanak azon szemecskés plasmarögök, melyek spóraképzésre nem használtattak fel. A *Stylorhynchusok* tokja, SCHNEIDER szerint, valóságos robbanó készülékkel van ellátva; a spóraképzésre fel nem használt szemecskés plasmából képződő gömb ez, mely a spóráktól körülvéve, a tok közepén foglal helyet, lassankint hólyaggá duzzad s egyre nagyobbra duzzadva, mintegy növekedve, a tokot végre szétrobbantja.[1]

Míg azon tény, hogy a navicellák a Gregarináknak csakugyan spórái, ismereteink jelen állásán többe kétségbe nem vonható, addig a Gregarináknak spóráikból való kifejlődése még mai nap sem tekinthető teljesen tisztázottnak.

Mindenek előtt ki kell emelnünk, hogy a HENLE, BRUCH, LEYDIG, DIESING[2] és másoktól több-kevesebb határozottsággal állított azon felfogást, hogy a Gregarinák a Nematódoknak, nevezetesen Filariáknak (BRUCH, LEYDIG), vagy pedig Echinorhynchusoknak (DIESING) fejlődéskörébe tartoznának, egyetlen észlelet sem erősítette meg; ezen hipotézis véglegesen megczáfoltnak tekinthető s valóságos anachronizmus, ha SCHMARDÁ-nak közkézen forgó kézikönyvében még mindig a Nematódok között találjuk a Gregarinákat.[3]

STEIN-nak a Gregarina Blattarum fejlődésére vonatkozó észleletei azt látszanak bizonyítani, hogy a Gregarinák már teljesen kifejlődve bujnak ki a spórákból. STEIN 14 napon át koplaltatott csótányokban, melyek navicella-tokokat tartalmazó saját bélsarukat felfalták, — mit a nyelőcsőben talált tokok jelenléte minden kétség fölé emelt, — a spóráknál alig nagyobb, csupán $^1/_{150}'''$ nagyságú, de már egészen a *Gr. Blattarum* szervezetével biró Gregarinákat talált, melyek nyilván a spórákból bujtak ki.[4] Ugyanilyen parányi Gregarinákat sikerült BÜTSCHLI-nek is etetési kísérletek útján a csótányokban nevelni.[5] Hogy azonban ezen parányi Gregarinák, melyek nagyságuk után itélve, csak rövid idő előtt hagyhatták el a spórákat, csakugyan a bélsárral kiürített s az után megevett spórákból fejlődtek-e ki, s mily alakban hagyták el a spórákat, erre nézve STEIN és BÜTSCHLI vizsgálatai nem adnak felvilágosítást; az utóbbi búvárnak, valamint SCHNEIDER-nek és VAN BENEDEN-nek alább közlendő észleletei után ítélve azonban méltán feltehetjük, hogy a spórákból kibujó Gregarinák még nem birnak az ezen véglényekre jellemző szervezettel.

LIEBERKÜHN, főleg a földi gilisztában élő *Monocystisek* tanulmányozására támaszkodva, a Gregarináknak spórákból való fejlődését következőleg adja elő. A spórák kemény héja egy idei pihenés után atrofizálódik, végre egészen elenyészik, a spóráknak tartalma pedig, mely előbb 4—8, vagy még több részre oszlott, azután pedig ismét egyetlen gömbbé egyesült, a tok megpukkantával egy-egy parányi Amoeba alakjában szabadúl ki. Ezen parányi Amoebák azután lassankint Gregarinákká szerveződnek, s az Amoebák és Gregarinák között a legszebb átmeneti alakok észlelhetők. Igen valószínü, hogy LIEBERKÜHN, ki mint említők, vizsgálatait a Lumbricusokban élő *Monocystisekben* végezte, azon tévedésbe esett, hogy a földi giliszta testüri folyadékában úszó amoeboid vérsejteket tartotta a spórákból kibujt fiatal Gregarina-nemzedéknek. SCHNEIDER-nek vizsgálatai szerint ugyanis, melyeknek helyességét BÜTSCHLI mindenben megerősíti, a *Monocystis* spóráinak tartalma nem egyetlen Amoeba alakjában szabadul ki, hanem feloszlik 4—8 világos sarlóalakú fióksejtre, melyeknek mindegyike egy-egy halvány, finoman szemecskézett magot rejt közepében, s melyek meglehetős szabályosan délkörösen vannak elhelyezve s a spóra szemecskés plasmájának azon maradékát, mely a sarlóalakú sejtek képződésére nem használtatott fel (nucléus de reliquat, SCHNEIDER) körűlfoglalják. Igen valószínü, hogy a sarlóalakú sejtek, miután a spóra szétrepedt héját elhagyták, vagy közvetetlenül, vagy pedig, úgy mint az alább tárgyalandó Coccidiumok, amoebaszerű állapoton átmenve, változnak Gregarinákká. SCHNEIDER a *Monocystiseken* kívül számos más Gregarinának spóráiban észlelte a sarlóalakú sejtek képződését, másoknál ellenben soha sem; ez utóbbiaknál a fejlődés valószínüleg azon menetet követi, melyet VAN BENEDEN EDUÁRD vizsgálatai után a *Gregarina giganteáról* ismerünk.

A nevezett búvár[1] a Hommarus belében élő s

[1] Sur un appareil de dissémination de Gregarina et Stylorhynchus. CR. T. 80. (1875) 432.

[2] Sietzungsber. d. kais. Akad. Bd. 48, Wien (1863) 204.

[3] Zoologie I. Bd. Wien. (1871) 314.

[4] Id. mű 219.

[5] Id. mű 400.

[1] Id. mű.

egész 16 mm.-nyi óriási nagyságot elérő *Gregarina giganteával* s ennek spóratokjaival együtt igen apró, amoebaszerüleg mozgó, burok és mag nélküli, szemecskés protoplazmatestecskéket talált, melyek igen hasonlítottak HAECKEL *Protamoeba agilisének és P. primitivájához.* Ezen amoebaszerű Monerek, mint további fejlődésök mutatja, a *Gr. giganteához* tartoznak s nyilván ezeknek spóráiból, — melyekben sarlóalakú testecskéket nem észleltek, — bujtak ki. A mozgó Monerek között pihenők is akadtak, melyekből egy rövidebb, mozdulatlan s egy hosszabb féregszerüleg mozgó sarjadék indult ki. Az utóbbi rövid idő alatt befűződött, míg az előbbi magába vette a maradékplasmát s végre mindkét sarjadék elkezdett mozogni. A fiatal Gregarinák fejlődésük ezen szakán, alakjukat s mozgásukat véve tekintetbe, igen hasonlítanak parányi Nematódokhoz, s ezért VAN BENEDEN *Pseudofilariáknak* nevezi. Az igen élénken kigyózó Pseudofilariák mozgása lassankint lomhább lesz s plasmájukban oly módon, miként a kristályok válnak ki az anyaoldatból,[1] mag s e körül világos udvar válik ki; a test nyulánkságát lassankint elveszti, zömökebb lesz, felületén pedig vékony burok válik ki, s lépésről-lépésre követhető, mily módon éri el a Pseudofilaria a Gregarina jellemző alakját s szervezetét. Ezen Pseudofilariákat valószínüleg már más búvárok is együtt találták a Gregarinákkal, s nyilván ez indította arra, hogy, miként már fentebb kiemeltük, a Gregarinákat a Nematódokkal hozzák kapcsolatba; különben a Gregarinák társaságában valódi Nematódok is gyakoriak, s így a Pseudofilariáknak fiatal Nematodákkal való összetévesztése még inkább megmagyarázható.

Ezen vizsgálatok szerint úgy látszik, hogy a Gregarinák, fejlődésüket tekintve, két csoportra oszlanak; az egyik csoportot képviselő Gregarináknál a spórák tartalma sarlóalakú sejtekre oszlik szét, melyek kiszabadulva, valószínüleg közvetetlenül átváltoznak Gregarinákká, míg a másik csoportot oly Gregarinák képezik, melyeknél a spórák tartalma egy ideig amoebaszerű Moner alakjában él, melyből sarjadzás által két-két Pseudofilaria fejlődik, melyek végre Gregarinákká fejlődnek; amazoknak sarlóalakú sejtjeit tehát az utóbbiaknak Pseudofilariáival tarthatjuk egyenértéküeknek.

GABRIEL-nek vizsgálatai után,[2] melyek ezen búvár halála miatt befejezett s részletesen kifejtett alakban nem jutottak nyilvánosságra, az előadottaktól igen eltérő s igen bonyolódott képet nyerünk a Gregarinák fejlődéséről. GABRIEL a földi gilisztának heréjében és testűri folyadékában, valamint több tengeri dendrocoel Turbellafélének, Annelidnek s Crustaceumnak belsejében sajátságos plasmatömegeket talált, melyek a Gregarinák fejlődés-, illetőleg alakkörébe tartoznak. Ezen plasmatömegek, — melyeket *primitiv plasmának* nevez, — egészen egynemüek, szemecskétlenek, magnélküliek, korong-, lemez-, orsóalakúak s igen változó nagyságúak; majd mozdulatlanok, majd ismét egészen sajátságos mozgás észlelhető rajtok, mely mind az amœbaszerű, mind a csillószőrös, mind az összehúzódási mozgástól különbözik s még legtalálóbban rángatódzásnak volna nevezhető. Ezen plasmodiumok, vagy, mint GABRIEL nevezi, *Synamoebák*, a Gregarinák spóráinak pálczikáiból (sarlóalakú sejtjeiből?) összeolvadás útján képződnek, s vagy állandóan megtartják társas összeköttetésüket, s ez esetben mindvégig plasmodiumalakban maradnak, vagy pedig szétesnek egyes részekre, s ezek azután Gregarinákká fejlődnek. Máskor ismét a spórák pálczikái a társas összeköttetésből kiválva, az amoebaállapot átugrásával közvetetlenül Gregarinákká fejlődnek. A Julusban élő *Gregarina paradoxánál* a spóraképződést soha sem előzi meg betokozódás.[1] Némely Gregarinák végre spórákat nem képeznek, hanem közelebbről le nem írt, kevésbbé komplikáltnak jelzett módon szaporodnak. GABRIEL-nek töredékesen közölt s rövidségük miatt nehezen érthető közleményei, melyek hosszas, de fájdalom, befejezetlenül maradt vizsgálatokra támaszkodnak, minden esetre figyelmet érdemelnek, s további búvárlatokat tesznek szükségessé.

Ismereteink jelen állásán alig szenvedhet kétséget, hogy az ú. n. *gömbölyü* és *tojásalakú psorospermiumok,* vagy, miként LEUCKART újabban nevezi, a *Coccidiumok,*[2] a Gregarinákkal közeli rokonságban állanak. Sokkal lazábbnak látszik a rokonsági viszony a Gregarinák s az ú. n. *Hal-psorospermiumok,* valamint a még mindig igen rejtélyes természetű MISCHER-*féle tömlők* (RAINEY-*féle testek*) között; mindemellett szükségesnek tartom e helyen nem csupán a Coccidiu-

[1] Id. mű, 337.

[2] Zur Classification der Gregarinen. Zoolog. Anz. III. (1880) 569. — Ueber Primitives Protoplasma. Jahresber. der schles. Gesellsch. f. vat. Cult. 1871. V. ö. BÜTSCHLI, Zoolog. Jahresber. für 1879. Leipzig. (1880) 164.

[1] Id. ért. Zoolog. Anzeiger III. (1880) 571.

[2] Die Parasiten. I. Bd. 2. Aufl. (1879) 249.

moknak, hanem az utóbbiaknak fejlődéséről s szaporodásáról is, — a mennyiben ez egyáltalában ismeretes, — röviden megemlékezni.

A *Coccidiumok*,[1] kifejlett állapotban, részint gerinczeseknek (ember, majom, denevér, vakond, kutya, borju, juh, házinyúl, egér, patkány, tyúk, veréb, béka, halak), részint gerincteleneknek (Helix, kephalopodok, Litholius forficatus) bizonyos sejtjeiben, leggyakrabban a bélcsatornának s az epejáratoknak hámsejtjeiben, vagy bizonyos mirigysejtekben tanyáznak, a gazdasejtet, mely rendesen csak egy élősdit tartalmaz, csaknem egészen kitöltve s elsorvasztva; minthogy pedig rendesen töméntelen mennyiségben fertőztetik meg a gazdaállatot, halálra vezető kóros folyamatokat, gyakran egész epidemiákat idézhetnek elő, mint ezt különösen Eimer-nek vizsgálatai bizonyítják. A házinyúl májában gyakran terjedelmes gumókat képező Coccidium-fészkeket több búvár gümőkóros, vagy rákos elfajulásnak, vagy más pathologiai képződményeknek tartotta.[2] A teljes nagyságokat elért Coccidiumok gomba-, vagy tojásalakú sejtek, melyek a Gregarinákéval megegyező durván szemecskézett plasmájokban nagy, világos hólyagocskaalakú magot tartalmaznak. Szaporodásra készülve, finom külső burkon belül kemény héjat, tokot, választanak ki, mely egyik végén többnyire mikropyleszerű nyílástól van áttörve; maga a plasmatest a toktól többé-kevésbbé visszahuzódik s a Coccidiumok fejlődésöknek ezen szakán egészen petékhez hasonlítanak s élősdi férgek petéivel sokszor össze is tévesztettek. A betokozott Coccidiumok plasmája vagy magában a gazdaállatban, vagy rövidebb-hoszszabb pihenés után a szabadban (nedves földben) 4 vagy több részre oszlik, melyeknek mindegyikéből egy-egy sarlóalakú sejt fejlődik, melyek egészen megegyeznek a Gregarinák pseudonavicelláiban fejlődött sarlóalakú sejtekkel, s Bütschli vizsgálatai szerint, finoman szemecskézett plasmájokban hólyagocskaalakú magot rejtenek. A tokokból kiszabadúlt sarlóalakú sejtek elég élénken mozognak; majd egymás felé hajlik két végük, majd megnyulnak, s Bütschli szerint, legtalálóbban a mászó Euglenákéval összehasonlítható mozdulatokat végeznek; de úszni is képesek, még pedig meglehetős gyorsasággal; Eimer szerint végre Amœba szerű állábakat is tolhatnak ki s ily alakban szintelen vér- és genysejtekkel könnyen összetéveszthetők. Ezen apró sejtek végre bevándorolnak ismét a megfelelő gazdasejtbe, melyben Coccidiumokká fejlődnek.

[1] Kloss, Ueber Parasiten in der Niere von Helix. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. I. (1855) 189. Id. Leuckart id. m. — Eimer Ueber die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere. Würzburg, 1870. — Schneider, Note sur la psorospermie du poulpe; és: Note sur les rapportes des psorospermies oviformes aux veritables Grégarines. Arch. Zoolog. exper. T. IV. Leuckart, Bericht. AN. 42. (1876) II, 598. — Zürn, Die kugel- und eiförmigen Psorospermien als Ursache von Krankheiten bei Hausthieren. Leipzig, 1878. — Leuckart id. mű. — Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. 35. 405.

[2] V. ö. Leuckart id. mű. 256.

Az ú. n. *Hal-psorospermiumok*, helyesebben *Hal-psorospermium-tokok*,[1] vagy, mint Bütschli az igen különböző értelemben használt psorospermium kifejezés kikerülése végett nevezi, a *Myxosporidiumok*, majd gömbölyüded, majd tömlő, vagy kolbászalakú mikroszkópi, vagy 1—3 mm.-nyi nagyságot elérő plasmatömegek, melyek édesvízi és tengeri halak különböző szerveiben igen nagy elterjedésben élődnek s majd a különböző szövetekbe vannak befészkelve, majd ismét a szervek belső üreinek felületén tanyáznak. Leggyakoriabbak a halak epe- és húgyhólyagában s a kopoltyú lemezkék állományában. A halakon kívül Lieberkühn még a békák veséjében is töménytelen mennyiségben találta.

A Myxosporidiumok plasmája majd élesen el van különölve ekto- és entoplasmára, majd ismét csak szerfelett gyengén van rajtok ezen elkülönödés kifejlődve. Az ektoplasmát szemecskétlen, néha finom sugaras sávolyzat, máskor sajátságos világos hálózat járja át, az entoplasmát pedig kisebb-nagyobb zsírfényű rögöcskéktől szemecskézett s vagy színtelen, vagy barnás, vagy sárgásvörös festőanyagtol színezett. Ezen festőanyag a Myxosporidiumnak nyilván nem saját terméke, hanem a környezetből vétetett fel. Az epehólyagban élő Myxosporidiumok legalább epeszínűek, a csuka húgyhólyagát többnyire összefüggő nyálkás rétegben bevonó Myxosporidiumok sárgásvörös színűek, s ezen szín okvetetlenűl a gazdaállat vérétől származik, Bütschli legalább hæmatoidin-kristályokat mutatott ki a csuka Myxosporidiumainak entoplasmájában. Ugyancsak Bütschli azt is kimutatta, hogy

[1] Müller J. Ueber eine eigenthümliche parasitische Bildung mit specifisch organisirten Samenkörperchen. AAP. (1841) 477. — Leydig és Lieberkühn id. ért. — Balbiani, CR. T. 57. 157. — Gabriel, Berichte der schles. Gesellsch. f. d. J. 1879 p. 26. Bütschli ut. id. — Schneider id. mű. — Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. ZWZ. 35. (1881) 629.

valamennyi Myxosporidium entoplasmája igen nagymennyiségű apró magot tartalmaz, mely a többi búvárok figyelmét egészen elkerülte: a fától, mint Bütschli mondja, nem látták az erdőt. Ezen sajátságos plasmodiumok amoebaszerű alakváltozásokra is képesek; az entoplasma néha oly boholyszerű nyulványokat tol ki, mint némely Amœbák testök hátsó, azaz a haladási iránynyal ellenkező végén, máskor finom merev szőrszerű vagy rövid, agancsszerűleg elágazó nyulványok nyomulnak ki az egész test felületén. A szabad felületeken élő Myxosporidiumok buroktalanok, a halak kopoltyúlemezeiben fészkelőknek felületén ellenben Bütschli meglehetős vastag körülburkoló réteget talált, mely szemecskés állományában igen nagyszámú magvakat tartalmaz, s talán nem magához a Myxosporidiumhoz tartozik, hanem a gazdaállat környező kötőszövetéből vált ki.

A Myxosporidiumok spórái kisebb-nagyobb számmal az entoplasmában képződnek; spórákat igen különböző nagyságú Myxosporidiumok tartalmaznak, sőt spórák nélküli plasmodiumokat csak ritkán lehet találni. A kifejlődött spórák tojásdadok, vagy orsóalakúak, egyik végük gyakran farkszerű nyulványba csap át, kemény héjjal borítottak, mely, mint a Diatomeák pánczéla, gyakran két egyenlő félből van összetéve; ezen héj vagy egyik sarkán, vagy mindkettőn szűk nyilással van áttörve. A spórák tartalma szemecskés plasmából áll, melyben Bütschli nagy világos magot mutatott ki; a spóráknak igen jellemző részeit képezik az ú. n. *saroktestek* vagy *saroktokok (Polkörperchen, Polkapseln)*, melyek a régibb búvárok figyelmét sem kerülték ugyan ki, finomabb szerkezetüket azonban csak az újabb búvárok, különösen Balbiani, Schneider és Bütschli mutatták ki. Ezen saroktestek, — melyek rendesen kettesével fordulnak elő egy-egy spórában, még pedig vagy mindkettő a spóra ugyanazon végén, vagy a két ellenkező sarkon, — többszörös pörgejáratban csavarodott, finom, hosszú fonalat rejtenek, s teljesen megegyezni látszanak a Zoophytek csalántokjainak szerkezetével, mely megegyezést még kiegészíti az, hogy a fonalak bizonyos körülmények között a spóratokok nyilásán keresztül kilöveltetnek. Hogy mire valók ezen sajátságos csalántokszerű képződmények, ez idő szerint egészen ismeretlen; Balbiani azon felfogása, hogy a kryptogamok antherozoidjainak megfelelő termékenyítő elemek, semmi észleleti tényre sem támaszkodik s mint ilyen el nem fogadható, — talán parittyakészüléknek felelnek meg, mely a spórák szétszórásánál szerepel, — feltéve természetesen, hogy a spóráknak tekintett képződmények csakugyan spóráknak felelnek meg.

Hogy a spórák a plasmatest belsejében képződnek, azt már a régibb búvárok is tudták, azonban Bütschli vizsgálatai némi feleletet adnak arra, hogy mily módon megy véghez a spórák kifejlődése. Bütschli a csuka azon Myxosporidiumainak belsejében, melyek kifejlődött spórákat még nem tartalmaztak, nagyszámú halvány, kevéssé szemecskézett plasmagömböcskéket talált, melyeknek mindegyike legalább is hat, néha még több világos magot tartalmazott. Ezen gömbök nyilván oly módon képződtek, hogy az anyaplasmának egyes tömegei magukat körülzáró gömbökké különöltek. A spórák mindig hat magot tartalmazó gömbökből képződnek, melyeknek felületén finom burok válik ki, míg a plasmatömeg két félre oszlik, melyeknek mindegyike 3—3 magot tartalmaz. Ezen három magot tartalmazó gömbök egy-egy spórává alakulnak: testük megnyúlik, a spórák jellemző alakját veszi föl, végre héjat választ ki felületén. Az egyik mag megmarad s a spóra magjává lesz, míg a másik kettő, mely a saroktestek helyét foglalja el, csakhamar ismét elenyészik, hogy helyükbe a saroktestek lépjenek; ezek azonban nem a magokból, hanem az ezek mellett korán megjelenő kis fényes gömbből képződnek.

A Myxosporidiumoknak spóráikból való kifejlődése egészen ismeretlen. Lieberkühn ugyan a béka veséjében tenyésző Myxosporidiumokról azt állítja, hogy ketté repedt spóráikat egy-egy apró Amoeba hagyja el, mely lassankint Myxosporidiummá növekedik; ezen észlelet helyességét azonban újabb búvárlatok nem erősítették meg, s ismereteink jelenlegi állásán még annak lehetősége sincs kizárva, hogy az általánosan spóráknak tartott sajátságos tokok voltaképen semmi viszonyban sem állanak a Myxosporidiumok szaporodásával.

Az ú. n. Miescher-*féle tömlők (Psorospermium-tömlők)*, vagy Rainey-*féle testek*,[1] melyek, miután Miescher 1843-ban a háziegér izmaiban felfedezte,[2]

[1] V. ö. Manz, Beitrag zur Kenntniss der Miescher'schen Schläuche. AMA. III. (1867) 345. — Leuckart, Die Parasiten etc. II. Aufl. 1 Bd. (1879) 251. — Baranski, Oesterreichische Virteljahresschr. f. Veterinaerkunde 51 Bd. II. Aufl. Id. Szentkirályi által. — Szentkirályi Ákos, A Mischer-féle tömlők. Kolozsvártt. 1880.

[2] Bericht über die Verhandlungen der Naturforsch. Gesellsch. zu Basel (1843) 143. V. ö. Histologische Mittheilungen. ZWZ. V. (1853) 189, és Zusatz von Prof. Siebold u. o. p. 199.

nagyszámú búvárt foglalkoztattak, s melyeket majd kóros képződményeknek (Hessling, Roloff), majd fiatal borsókáknak (Rainey), majd élősdi gombáknak (Siebold), vagy épen a Synchytrium-nembe tartozó Chytridiumféléknek (*Synchytrium Miescherianum*, Kühn), majd szájnyilással ellátott (Schmidt) vagy szájnélküli csillószőrös ázalékállatkáknak (Rivolta) tartották, míg mai nap Leuckart kezdeményezésére,[1] többnyire a Psorospermium-tokokkal együtt a Gregarinákkal rokon élősdieknek tekintik őket, bár a rokonsági viszony, miként Leuckart is hangsúlyozza, ez idő szerint korántsem tekinthető bebizonyítottnak.

Ezen élősdi tömlők különböző növényevő emlősök harántcsíkolt elemi izomrostjaiban, a Trichinák módjára fészkelnek s mai nap már igen számos növényevő emlősből ismeretesek; a disznókban oly gyakoriak, hogy Ripping állandónak mondja előfordulásukat, míg Kühn az általa vizsgált sertések 98·5 százalékában találta. Nagyságuk majd mikroszkópi, majd ismét igen tekintélyes; így az általam a bivaly garatizmaiban találtak egész 12 mm-nyi óriási hosszúságot s 5—6 mm-nyi vastagságot érnek el.[2] A megtámadott gazdaállatban gyakran óriási mennyiségben fordulnak elő, s mint Leuckart megjegyzi, néha az izomzatnak fele Psorospermium-tömlőkből látszik állani. Vajjon csakugyan nem ártanak-e ezen tömlők a gazdaállatnak miként Leuckart állítja, vagy bizonyos kóros tünetek, nevezetesen a kérődzők lélekzési nehézségeit, sőt megfulladását a garatizomzatukban fészkelő élősdiek okozzák-e, mint Damman, Leisering és Niederhäusern állítja, azt további vizsgálatok fogják eldönthetni.

A tömlők orsóalakúak s kifejlett állapotban meglehetős vastag és szivós burok által vannak körülzárva, mely, Szentkirályi szerint, a bivaly legnagyobb tömlőin egészen egyneműnek látszik. Fiatal tömlők burka fínoman harántúl sávolyzott, mint maga az elemi izomrost, melyben fészkelnek. Az idősebb tömlők burkát a legtöbb búvár sugarasan elhelyezett pálczikákból összetettnek állítja, mely pálczikák bizonyára nem felelnek meg csillőszőröknek, mint a minőnek Rainey és újabb búvárok is tartották. Kérdés, vajjon a burok a tömlőhöz, vagy pedig a fészkeül szolgáló fibrillákra bomlott izomrosthoz tartozik-e? Virchow, Baranski, Szentkirályi és mások az utóbbi, míg számos búvár Leuckart-tal együtt az előbbi nézetben osztozik.

[1] Die Parasiten etc. I. Aufl. 240.

[2] Kolozsvári orv. term. tud. ért. 1878. 31.

A tömlők tartalmát fínom gerendázat sokszögletes rekeszekre osztja, melyek fiatalabb tömlőkben erősen fénytörő rögöcskéken kívül halvány, fínom szemecskézett protoplazma-gömböket s ezek ismét Manz szerint,[1] egy-egy halvány magot tartalmaznak, s színtelen vérsejtekhez igen hasonlítanak; Szentkirályi mag- és hártyanélküli, továbbá egy- és sok magot rejtő, protoplazma-tömegecskékről teszen említést.[2] Idősebb tömlők rekeszeit vese-, paszuly- vagy sarlóalakú testecskék töltik ki, melyek fínom hártyával burkolvák s átlátszó plasmájukban kevés, vagy nagyobbszámú zsírfényű gömböcskét, Manz szerint továbbá még egy közepett álló halvány magot tartalmaznak. Az utóbbiaknak a színtelen vérsejtekhez hasonló gömbökből való fejlődését Manz következőleg adja elő: a halvány sejtek plasmája a fejlődés ezen szakán igen jól kivehető fínom buroktól részben visszahuzódik s a burok megpukkantával mint élesen körvonalazott, jól kivehető maggal ellátott, paszulyalakú sejt kiszabadul. Hessling és Manz a paszulyalakú sejteknek haránt irányban való oszlásáról is említést tesz; az utóbbi búvár oszlást csupán fiatal tömlőkben észlelt.

Waldeyer szerint[3] ezen kiflialakú testecskéken kétféle mozgás észlelhető: ú. m. hossztengelyük körüli ide-oda forgás, és sarkaiknak egymás felé való hajlása, mely mozgásuk humor vitreusban 2 át órán is eltartanak. Más búvárok azonban ezen mozgások létét nem erősítették meg.

A paszulyalakú sejtek további végzetéről, valamint a Miescher-féle tömlők fejlődéséről egyáltalán semmit sem tudunk; Leuckart-nak és Szentkirályi-nak etetési kísérletei semmi pozitiv eredményre sem vezettek. Ha ezen rejtélyes élősdi tömlők ismereteinknek jelenlegi igen tökéletlen állásán mégis a Gregarinákkal hozatnak rokonsági kapcsolatba, ez egyedül csak azon föltevésen alapszik, hogy a paszulyalakú sejteket a Gregarinák- s a Coccidiumoknak sarlóalakú sejtjeivel egyenértékűeknek tartják.

2. *Gyökérlábúak.*

Míg a Gregarináknál ez idő szerint csupán egyetlen, t. i. a spórák útján való szaporodási mód ismeretes: addig az újabb búvárlatok a gyökérlábúaknál —

[1] Id. mű 348.

[2] Id. mű 6.

[3] V. ö. Szentkirályi id. mű, 7.

bár szaporodásuknak jelenlegi ismerete legkevésbbé sem mondható kielégítőnek — többféle szaporodási módokat derítettek ki. Meg kell azonban már e helyen említenem, hogy a különböző búvároktól leírt szaporodási módok egyesei igen valószínűen épen úgy élősdiektől történt fertőzésre vezetendők vissza, mint némely ú. n. szaporodási módok az ostoros és csillószőrös ázalékállatkáknál. A jelenleg ismeretes s kétségkívüli szaporodási módok közé tartozik az oszlás és sarjadzás, továbbá endogen úton fejlődött belső sarjak útján történő, eddigelé csak kevés gyökérlábúnál észlelt s meglehetős tökéletlenűl ismert szaporodás.

A gyökérlábúak némelyei szaporodásra készülve, rendesen betokozzák magokat, míg másoknál a betokozódás többnyire elmarad; ismét másoknál szaporodási tokokat épen nem észleltek.

Nagy jelentőség tulajdonítandó azon körülménynek, hogy számos gyökérlábúnak szaporodási sarjadékai ostoros rajzók alakjában élnek egy ideig, miből a gyökérlábúak és ostorosok igen közeli rokonságára s bizonyos jogosultsággal arra is lehet következtetni, hogy a gyökérlábúak ez ostoros ázalékállatkáktól származtak.

Vajjon a gyökérlábúaknál gyakran észlelt egybekelés (conjugatio) van-e valamely bensőbb viszonyban szaporodásukkal, ez a csillószőrös ázalékállatkák egybekelési folyamatára támaszkodó analogia útján igen valószínűnek látszik ugyan, ismereteinknek jelenlegi tökéletlenségénél azonban véglegesen el nem dönthető. Annyi bizonyos, hogy az egybekelt párok között ivari különbségek nincsenek, s hogy a némely búvártól leírt gömb- és fonálalakú apró testecskék ondónak bizonyára nem felelnek meg. Különben Gruber-nek alább közlendő vizsgálatai minden kétség fölé helyezik, hogy a Monothalamiumoknál leírt egybekelések sarjadzásnak s oszlásnak egyaránt nevezhető szaporodási folyamatra vezetendők vissza.

a) Monothalamiumok.

Könnyebb áttekinthetés kedveért legczélszerűbbnek tartom, ha a gyökérlábúak szaporodását az egyes csoportok szerint tárgyalom, s legelőször is — mint aránylag legtökéletesebben ismertekről, — a *Monothalamiumokról* akarok megemlékezni, melyekhez a karélyos és újjalakú állábakkal biró Monereket *(Lobomonera)* is hozzásorolom, míg a sugaras állábúakat *(Rhizomonera)* a Heliozoumokkal együtt fogom tárgyalni.

Az egyszerű oszlási folyamat, melyet az Amoeba felfedezője, Roesel, már a múlt században észlelt, mai nap számos Monothalamiumnál ismeretes.

A magnélküli protoplazmatestnek két egyenlő részre való szétfűződését Haeckel írta le több Lobomonernél *(Protamœba primitiva, Pr. agilis, Pr. Schultzeana)*.[1] Az Amœbáknak oszlását részletesebben Greeff R. és Schulze E. F. tanulmányozta; az előbbi búvár szerint a nedves földben élő *Amœba brevipes* teste közepett befűződik s az oszlási vonalba húzódott szemecskés mag a protoplazmával egyszerre oszlik két részre;[2] Schulze-nak egy tengeri Amoebán *(Amœba polypodia* M. Schultze, mely valószínűleg azonos az édesvízi *A. radiosával Ehrb.)* tett észleletei szerint ellenben a magnak oszlása megelőzi a plasmának kettéfűződését.[3] Szorokin *Gloidium quadrifidum* elnevezés alatt egy amoebaszerű Monert írt le, melyet négy, szabályosan keresztben álló befűződés egyszerre négy részre oszt.[4]

A héjat lakó Monothalamiumok csak ritkán oszolnak héjukkal együtt. Ilyen oszlást észlelt Cienkowski a *Gromia (Liberkühnia) paludosánál,*[5] s a *Lecythium hyalinumnál.*[6] Az utóbbi hosszirányban oszlik, s a két oszlási fél közül az egyik megtartja a régi magot, a másikban pedig állítólag új mag képződik; míg az előbbinél, melynek habos plasmájában Cienkowski nem volt képes magot kimutatni, haránt irányban megy véghez az oszlás.

Az épen tárgyalt édesvízi Monothalamiumokkal igen közel rokon *Microgromia sicialisnál* Hertwig-nek,[7] valamint Cienkowski-nak[8] vizsgálatai szerint a héjon belül történik az oszlás, még pedig: Hertwig szerint állandóan haránt-, Cienkowski szerint majd haránt- majd hosszirányban. A protoplazmatest oszlását nyilván megelőzi a hólyagocska alakú mag kettéoszlása. Hertwig legalább két maggal bíró egyénről is tesz említést, melynek a plazmája oszlásnak nem indult; Cienkowski szerint ellenben az egyik oszlási fél magja a másikban maradó

[1] Studien über Moneren. Leipzig 1870.

[2] Ueber einige in der Erde lebende Amœben — AMA. II. (1866) 31.

[3] Rhizopodenstudien. AMA. XI. (1875) 592.

[4] Ueber Gloidium quadrifidum. Morph. Jahrb. IV. Bd. (1878) 399.

[5] Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 33.

[6] Id. ért. 39.

[7] Ueber Microgromia socialis etc. AMA. X. Supplementb. (1874) 20.

[8] Id. ért. 36.

régi magtól függetlenül képződnék. HERTWIG szerint a hátsó, CIENKOWSKI szerint ellenben a mellső oszlási fél amoebaszerű alakváltozásokkal kinyomul a héjból, tojásdad alakot vált s testének azon végéből, mely a magot tartalmazza, két finom ostor nő ki; ezeknek segítségével az ily módon képződött rajzó, melynek hátsó végében 1—2 űröcske lüktet, hossztengelye körül hömpölyögve gyorsan tovább úszik, hogy bizonyos idei rajzás után pihenésre jutva, oszlási testvéréhez hasonló monothalamiummá változzék. Az anyahéjat elhagyó oszlási fél azonban nem mindig változik rajzóvá, hanem ostorok helyett néhány finom állábat tolhat ki, melyeknek segítségével egy ideig Actinophrys-alakban mászkál. A rajzóknak actinophrysszerű sarjakkal való helyettesítése — mint HERTWIG jogosan jegyzi meg — nem lephet meg, ha tekintetbe veszszük, hogy, — miként már fentebb is kiemeltük, — a csillószőrös mozgás módosulata az amoebaszerűnek, a csillószőrök, illetőleg ostorok csak módosulatai az állábaknak, melyektől csupán mozgásuk gyorsaságával és erélyével különböznek.

Oszláson kívül sarjadzás is ismeretes a héjat lakó Monothalamiumoknál, mely folyamatnál a héj szájadékából a protoplazma mintegy kinő, s ezen azután rügyekként sarjadzik a fiatal nemzedék. Ily folyamatot észlelt legelőször SCHNEIDER,[1] újabban pedig CIENKOWSKI a *Chlamydophrys stercoraceánál* (= Difflugia Enchelys Ehrb.),[2] melyet CIENKOWSKI a Difflugia-nemtől méltán választott el; továbbá én magam is észleltem a *Plectophrys proliferánál*.[3]

A sarjadzás és oszlás között mintegy középett áll azon szaporodási folyamat, melyet rövid idő előtt GRUBER írt le az *Euglypha alveolata*- és néhány más Monothalamiánál,[4] s mely a héjákat lakó Monothalamiumoknak valószínűleg leggyakoribb szaporodási módját képezi. GRUBER ezen vizsgálatainak nem csak azért tulajdonítandó nagy fontosság, mert oly Monothalamiumokra vonatkoznak, melyeknek szaporodása mindeddig ismeretlen volt, s mert általok egy számtalanszor észlelt, de legtöbbször tévesen magyarázott folyamat kellő értelmezésben részesült, hanem különösen még azért is, mert kiderítették, hogy ezen szaporodás menetében a Monothalamiumok oszló magján ugyanoly finomabb szerkezeti változások jőnek létre, mint az oszlásban levő állati s növényi sejtek magján.

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien AAP. 1854.

[2] Id. ért. 42.

[3] A szamosfalvi sóstóban élő gyöklábuakról. Term. rajzi füz. I. (1877) 162.

[4] Fortpflanzung bei Euglypha alveolata. Zoolog. Anz. Nr. 70. (1880) 582. Részletesen: Der Theilungsvorgang bei Euglyuha alveolata. ZWZ. 35. (1881) 431. Továbbá: Die Theilung der Monothalamen Rhizopoden. ZWZ. 36. (1881) 104.

A héjat lakó Monothalamiumoknak alkalmilag párosan, egymást szorosan megfekvő szájadékkal való előfordulása már igen régóta ismeretes. A *Difflugiák* felfedezője, LECLERC, már 1815-ben rajzolt ily Difflugiákat, melyeket közösülésben levő pároknak tekintett,[1] s a Monothalamiumoknak minden újabb búvára (CARTER, ARCHER, SCHULZE E. F., HERTWIG R. és LESSER) említést tesz párosával összefüggő gyökérlábuakról. Ezen látszólagos egyesülést a legtöbb búvár egybekelésnek tartotta, csak a páronként összefüggő *Arcellákra* nézve merültek fel más vélemények. CLAPARÈDE és LACHMANN szerint az Arcellák, midőn régi héjuk szűkké kezd válni, újat készítenek s életükön át több izben mintegy megvedlenek. Ezen folyamat kezdetén — mondja CLAPARÈDE és LACHMANN[2] — az Arcellák csaknem egészen kibujnak régi héjukból s testük ennek nyílása előtt nagy sarcodeszerű tömeget képez, mely felületén új héjat választ ki. Ekkor két oly Arcellát lehet szájadékukkal egymást megfekvő héjjal látni, melyek közül az egyiknek héja vastag és sötétszínű, míg a másiké vékony, egészen színtelen s csak később kezd megsárgulni; az előbbi a régi, az utóbbi az új héj. E közben az Arcella felváltva majd az egyik, majd a másik héjba húzódik. Testének egy részével azonban mindig a régi héjban marad s csak akkor költözik át egészen az új héjba, midőn ez kellő szilárdságot ért el. HERTWIG és LESSER, ki az Arcellánál ugyanezen folyamatot észlelte, kimutatta, hogy ez nem az egész Arcella-testnek az új héjba való költözködésével, hanem magának a gyökérlábú testének a régi és új héj közötti megoszlásával végződik; e szerint tehát az egész folyamat nem vedlésnek, hanem oszlásnak vagy sarjadzásnak felel meg,[3] mit különben SCHNEIDER gyanításképen már régen kifejezett.[4]

GRUBER szerint az *Euglypha alveolata* szaporodása a következő módon megy véghez.

Az Euglyphák plasmájában oldalt a mag mellett

[1] V. ö. COHN, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 261.

[2] Études. II. 445.

[3] Id. mű 99.

[4] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 206.

már a szaporodást megelőzőleg ugyanoly pikkelyek válnak ki, minők az Euglyphák tokját alkotják s melyeknek az Euglyphák s ezekkel rokon Monothalamiumok plasmájában való előfordulását az újabb búvárok mindegyike észlelte. A szaporodási folyamat ily egyéneken avval veszi kezdetét, hogy a héj szájadékából egy protoplazma-sarjadék kezd kidagadni, mely rövid idő alatt a tokban maradó plasmarészlet alakját s nagyságát eléri, s melynek felületére húzódnak a már kész kovasav-pikkelyek s szabályosan elrendeződve az új tokot képezik. Ezen szakon a két egyén tényleg oly képet ad, mintha egybekelésben volna.

A mag a sarjadékban csak azután jelen meg, miután ez teljes nagyságát elérte, még pedig az anyamagból való lefűződés útján képződik. A szaporodásnak indult Euglyphák magja megnagyobbodik s egynemű halvány gömbbé változik, melyben finom szemecskék, majd kuszált sávok lépnek fel, mint Flemming és Strasburger vizsgálatai szerint az oszlásnak induló állati és növényi sejtek magjában (*«gomolyalak»*, *Knäuelform*); ezt követi a magnak a végleny hossztengelye irányában való megnyúlása, mi közben egyre világosabban jelennek meg a mag két sarkából egyenlítője felé húzódó délkörös sávok: azaz a magból a jellemző szerkezetű ú. n. *magorsó* (*Kernspindel*) fejlődik ki. A mag végre oly hosszúra nyúlik, hogy az Euglypha testén egészen végig húzódik; majd haránt irányban két egyenlő félre fűződik, melyek egyike a sarjadékba, míg a másik az anyasejt hátsó végébe húzódik. Erre mindkét mag elveszti sávolyzatát s oly halvány lesz, hogy alig különböztethető meg; ugyanekkor mindkét egyénnek plasmáját átjáró keringő áramlás indul meg, mely mintegy fél órai tartam után megszűnik. Erre a két mag rendes hólyagocskaalakban ismét láthatóvá lesz, s a két egyén végre egymástól elválik.

Gruber szerint egészen a leírt módon megy végbe a szaporodás a *Cyphoderiánál* is, s bizonyára megokolt azon feltevés, hogy valamint az Euglyphánál és Cyphoderiánál, úgy egyéb Monothalamiumoknál is a héjuk szájadékával egymásra borulva talált párak, ha nem is mindig, — miként Gruber látszik vélni, — de mégis a legtöbb esetben, nem egybekelésben, hanem szaporodásban vannak. Ismereteink jelen állásán azonban tévedésbe esnénk, ha Gruber felfedezése következtében a Monothalamiumok egybekelési folyamatának létét egészen tagadnók. — Nem tekintve ugyanis több nem egészen megbízható észleletet, olyanokat t. i., melyeknél az egybekelési folyamatot kezdetétől végeig lépésről-lépésre nem követték, Bütschli megfigyelései után a Monothalamiumok valóságos egybekelése nem vonható kétségbe, mivel a nevezett búvárnak sikerült az egybekelést az *Arcella vulgarisnál* kezdetétől a két, ritkábban három egybekelt egyén ismétí elválásáig végig követni.[1] Gabriel szintén kezdetétől végéig megfigyelte az egybekelési folyamatot a *Platoum* (*Troglodytes Gabr.*) *Zosternél*.[2]

Bütschli-nek épen említett vizsgálatai az *Arcella vulgaris* szaporodásának egy új módjával ismertettek meg. A szorosan elkülönítve tartott Arcellák plasmájának felületén, az egybekelés befejeztével 1—2 nap mulva, mintegy 8—10 üröcskével s maggal ellátott apró Amoeba jelent meg, melyek a héjtól kissé visszahúzódott Arcella-test felületén élénk alakváltoztatással mászkáltak s valószínűleg az anyaplasmából sarjadzás útján fejlődtek; egy alkalommal sikerült Bütschli-nek azt is megfigyelni, hogy az apró Amœbák a héj szájadékán át kimásztak. Ezen észleletekből azon következtetést lehet vonni, hogy az egybekelés gyorsított szapordást, nagyszámú apró nemzedék fejlődését eredményezi; feltehető továbbá, hogy a fiatal nemzedék apró Amœbái héjat választva ki, Arcellákká változnak.

Buck vizsgálatai[3] ezen feltevést megerősítik, másrészt azonban Buck határozottan kiemeli, hogy az apró Amœba-nemzedék fejlődését egybekelés nem előzte meg. Ezen búvárnak felfogása szerint az Arcellák magjai, melyeknek száma, miként Carter is kiemeli, eredetileg kettő, valódi sejteknek felelnek meg, melyek oszlás által szaporodván, az Arcella plasmáját gyakran egészen felhasználják s gömbökből összetett morulaszerű tömeggé változtatják. Ezen nagyszámú fióksejtek szaporodásra szolgálnak, még pedig vagy spórákat képeznek, melyek hosszabb pihenés után indulnak további fejlődésnek, majd közvetetlenül a már Bütschli-től leírt apró Amœbákká változnak, melyek az anyahéjat elhagyva, egy ideig mint Amoebák élnek s oszlás által szaporodnak is; később finom héjat választanak ki s a *Pseudochlamys Patella*-alakon át, melyet már Dujardin sem tartott önálló

[1] Zur Kenntniss der Fortpflanzung bei Arcella vulgaris. AMA. XI. (1875) 459.

[2] Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwickelung der Portozoen. MJ. I. (1876) 543.

[3] Einige Rhizopodenstudien. ZWZ. XXX. (1877) 4.

gyökérlábúnak, hanem fiatal Arcellának,[1] Arcellákká fejlődnek. — Bármily módon történjék az apró Amœbák fejlődése, annyi bizonyosnak látszik, hogy az Arcellák apró Amœba-nemzedék által is szaporodhatnak.

Igen parányi Amœba-nemzedék által való szaporodás GREEFF szerint más gyökérlábúaknál is előfordul: nevezetesen az *Amœba terricolanál*[2] s az óriási, egész 2 mm.-nyi nagyságot elérő *Pelomyxa palustrisnál*;[3] mindkettőnél a magból képződnek a szaporodási testecskék, s ezért GREEFF a magot egyenesen szaporodási szervnek tekinti.

Az *Amœba terricolának* egyetlen nagy magjában gömbölyüded testecskék képződnek, melyek a magnak ezen gömböcskékre való szétesése után az Amœba plasmájába, innét pedig, GREEFF feltevése szerint, a szabadba jutnak, s igen apró Amœbákká változnak át, melyeken, parányiságuk daczára már felismerhetők az Amœba terricola jellemei.

A *Pelomyxa palustrisnak* nagyszámú magjában, GREEFF vizsgálatai szerint, szintén számos gömbölyű testecske képződik, melyek az anyamag burkának megpukkantával a protoplazmába jutva, itt oszlás által még szaporodnak, s GREEFF erős fényük miatt *fénylő testeknek (Glanzkörper)* nevezi ezeket. — Egyes összehúzódott testű Pelomyxákból GREEFF egy-egy maggal s lüktető üröcskével ellátott nagyszámú parányi Amœbákat látott kirajzani, melyek mint az Arcellák Amœba-nemzedéke, az Amœba Limaxhoz hasonlítanak, s GREEFF szerint az épen említett fénylő testekből képződtek. A legsajátságosabb az, hogy ezen parányi Amœbák csak rövid ideig tartják meg Amœba-alakjukat; mintegy félórai folydogáló mászkálás után ugyanis gömbökké húzódnak, majd hosszú, vékony, fonalas ostort nyujtanak ki s Flagellát-alakban rajzásra kelnek.

Hogy ezen rajzókból, — feltéve, hogy csakugyan a Pelomyxa fejlődésmenetébe tartoznak, — mily módon fejlődnek ki az óriási Pelomyxák, erre nézve GREEFF vizsgálatai semmi felvilágosítást sem adnak.

BÜTSCHLI szerint, kinek szintén alkalma volt az érdekes Pelomyxán vizsgálatokat tenni, a fénylő testekből majd gömbölyüded, majd sokszögletes, néha egészen szabályos hexagonalis, vastaghéjú spórák képződnek, melyek a héjat egészen ki nem töltő protoplazmagömböt, s ezek ismét többnyire kivehető magot tartalmaznak. Amœbákat ezen spórákból BÜTSCHLI nem látott fejlődni, arról sem győződött meg s nem is tartja valószínűnek, hogy a fénylő testek a Pelomyxa magjaiban foglalt gömbökből képződnek.[1]

Míg BÜTSCHLI legkevesebb alapot sem talál arra, hogy a Pelomyxa szaporodási testecskéi eredetileg a magból származnak s míg, miként HERTWIG R.[2] úgy ő is, — a sejtek szaporodásának jelenlegi ismeretére támaszkodva, — határozottan elveti azon feltevés lehetőségét, hogy a gyökérlábúak magja szaporodási szervnek felelhet meg,[3] addig CARTER-nek és WALLICH-nek vizsgálatai[4] látszólag GREEFF felfogását támogatják. Mindkét búvár leírja az Amœbák s néhány héjat lakó Monothalamium magjában képződő apró gömböcskéket (*«granuliferous cells»* CARTER) s ezeket majd termékenyítő elemeknek (CARTER), majd szaporodási testecskéknek tartja; mindkét búvár vizsgálatai sokkal tökéletlenebbek azonban, hogysem képesek volnának határozottan meggyőzni arról, hogy a mag gömböcskéi csakugyan szaporodásra valók. Részemről, — miként már fentebb kiemeltem, — a magból kirajzó gömbölyüded csírákat élősdieknek tartom, mit különben az Arcella magjában fejlődő csírákról BUCK is határozottan állít.[5]

Már fentebb említettem, hogy GABRIEL egy nedves földben tenyésző Monothalamiumnál, melyet *Troglodytes Zoster* névvel jelöl, de melyet BÜTSCHLI-t[6] követve, jogosan oszthatunk be a SCHULZE E. F.-től már előbb felállított *Platoum*-nembe,[7] az egybekelési folyamatot megfigyelte; erre visszatérve nem hagyhatom említés nélkül azon sajátságos, eddigelé egészen egyedülálló szaporodási módot, melyet GABRIEL ezen Monothalamiumnál leírt. Az egybekelés után ismét szétvált

[1] Hist. nat. des Infusoines, Paris. (1841) II. fig. 5.

[2] Ueber einige in der Erde lebende Amœben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866) 312.

[3] Pelomyxa palustris (Pelobius), ein amœbenartiger Organismus des süssen Wassers. AMA. X. (1874) 51.

[1] Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. Abh. der Senckenberg. naturforsch. Gesellsch. X. Frankfurt a. M. (1876) 362.

[2] Ueber Mikrogromia etc. 17.

[3] Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge etc. 362.

[4] V. ö. BÜTSCHLI, BRONN's Class. und Orgn. etc. 157.

[5] Id. ért. 17.

[6] BRONN's Class. und Ord. d. Thierreichs. I. Bd. Neue Bearb. Leipzig. (1880) 155 és 161.

[7] Rhizopodenstudien. III. AMA. XI. (1875) 115.

Platoumok plasmájában, miután a mag előtti sötét szemecskeöv elenyészett, nagyszámú apró gömböcskék képződnek, melyek egy ideig igen élénken hemzsegnek, s GABRIEL szerint, termékenyítést végeznek. Erre az egész plasma, melyben mag többé nem különböztethető meg, finoman s egyenletesen szemecskézett *«csiraállományná»* változik, melyet GABRIEL a sagrinpapirra emlékeztető szemecskézettsége miatt, *«Chagrin»* névvel jelöl. Később szétesik a Chagrin egyes rögökre, ezek pedig apró testecskékre, melyekből monasszerű ostoros rajzók *(Monostigma-alak,* mert csak egy üröcskéjük van) képződnek. Ezek kettesével hossztengelyük irányában egybekelnek, majd egygyé olvadnak *(Diplostigma-alak,* mert a két egybekelt rajzó egy-egy üröcskéje egygyé-olvadás után is megmarad) s ostorukat elvesztvén, Platoumokká (Troglodytesekké) növekednek.

Végül ki kell emelnem, hogy ismereteink jelen állásán semmi biztosat sem tudunk arról, vajjon a Monothalamiumoknak számtalan búvár észlelte betokozódása szaporodásukkal van-e valamely összefüggésben?

Ha mindezek után a Monothalamiumok szaporodásáról előadottakra visszatekintünk, azon rövid végeredményre jutunk, hogy egész biztossággal csakis oszlás és sarjadzás útján történő szaporodásuk ismeretes; szóval csak azon szaporodási módok létet tudjuk határozottan, melyek az állati és növényi sejteknél ismeretesek. Valamennyi többi szaporodási mód okvetetlenül további beható tanulmányozást tesz szükségessé.

b) *Polythalamiumok.*

A Polythalamiumok szaporodására vonatkozólag csak egyes töredékes észleletek állanak rendelkezésünkre, melyek után határozottan csak annyit tudunk, hogy az egyes rekeszek belsejében, közelebbről azonban még nem ismert módon, fejlődik ki az ifjú nemzedék, mely az anya-Polythalamiumnál rendesen kevesebb számú rekeszekre osztott vékony héjjal van ellátva.

Az első biztos adatot a Polythalamiumok szaporodásáról GERVAIS-nek köszönjük, kinek *Miliolaféléken* tett észleletei szerint a szaporodást közösülés, azaz egybekelés előzi meg, az új nemzedék pedig, mely az anya-gyökérlábú belsejében fejlődik, héjjal ellátva elevenen születik.[1]

[1] Sur un point de la physiologie des Faraminifères. CR. (1847) 467.

GERVAIS észleletének helyességét megerősítette SCHULTZE MIKSA, kinek a Polythalamiumok szaporodására vonatkozó vizsgálatai mindeddig a legtökéletesebbek.[1] SCHULTZE a Miliola-félékhez tartozó *Triloculinánál* s egy *Rotaliánál* észlelte a szaporodást. Mindkettőnél 30—40 fiatal Polythalamium fejlődött a rekeszek belsejében; vajjon a fiatal nemzedék az anyahéj szétrepedése után, vagy pedig a héj szájadékán jut-e a szabadba, s vajjon kimerül-e egészen az anyai plasma, vagy nem, továbbá azon fontos kérdés, hogy mily módon indulnak a fiatal Polythalamiumok a rekeszek plasmatartalmában fejlődésnek, nemcsak SCHULTZE-nek, hanem WRIGHT, REUSS, CARPENTER és PARKER, valamint SEMPER[2] egyes újabb észleletei után is még megoldásra vár. Egybekelést sem SCHULTZE, sem a többi újabb búvárok nem észleltek, s e szerint ez, úgy látszik, nem előzi meg okvetetlenül a szaporodást, mint GERVAIS állította.

Egy amerikai búvár, POURTALES, közölte legelőször 1858-ban azon érdekes észleletet, hogy a rekeszekre nem osztott héjú *Orbulinák* belsejükben gyakran rejtenek többrekeszű *Globigerinákat;* ugyanezen észleletet tette POURTALES-től függetlenül KROHN is.[3] SCHULTZE s utána mások is, ezen észleletet oly módon magyarázza, hogy a Globigerinák végső rekesze bizonyos nagyságot elérvén, mint a Tænia proglottisai, leválik, s Orbulina-alakban önállóan tovább él, s többrekeszű Glogiberinának lesz anyjává. OWEN őrnagynak felfogása szerint ellenben, melyhez MACDONALD, ALCOCK és BRADY is csatlakozik,[4] a Globigerinát rejtő Orbulina oly módon képződik, hogy a közönséges Globigerinán szerfelett nagy végső rekesz sarjadzik, mely az összes többi rekeszt körülnövi s magába kebelezi. — További vizsgálatok vannak hivatva eldönteni, hogy melyik felfogás felel meg a valónak.

Meg kell még itt emlékeznünk EHRENBERG felfogásáról, mely szerint a Polythalamiumok petékkel szaporodnak. Petéknek tartható gömbölyüded testeket észlelt DUJARDIN is nehány *Rotalia*-félének rekeszei-

[1] Beobachtungen über die Fortpflanzung der Polythalamien. AAP. (1856) 165. — És: Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien und Bemerkungen über die Organisation und Fortpflanzung der Polythalamien. AN. 26 Jahrg. (1860) 287.

[2] V. ö. BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. etc. 141.

[3] V. ö. SCHULTZE, Die Gattung Cornuspire etc. 295.

[4] BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. d et p. 60 és 141.

ben.[1] Ugyanezen testecskéket végre SCHULTZE is megtalálta a Rotaliafélékben; vizsgálatai szerint azonban semmi sem szól azon felfogás mellett, hogy ezen apró, molekuláris szemecskékből összetömörült testek, melyek legerősebb savakban és égvényekben sem oldódnak, petéknek felelnek meg. Ujabban ismét CARPENTER írt le az *Orbitulites*-nek felületesen fekvő rekeszeiben gömbölyüded és tojásdad, néha oszlásban levő és szilárd burokkal környezett testeket, melyeket szaporodási sejteknek tekint; MOSELEY szerint azonban ezen testek, melyek élő állapotban zöld színüek, bevándorolt egysejtű moszatoknak felelnek meg[2]; e szerint tehát azonosak az általunk fentebb állevélzöld-testecskéknek nevezett testecskékkel.

Mindezek után azon eredményre jutunk, hogy a Polythalamiumoknál ez idő szerint csupán belsejükben közelebbről nem ismert módon fejlődött sarjak útján való szaporodás ismeretes; s ha ezt a Monothalamiumoknál ismeretes valamely szaporodási móddal kapcsolatba akarjuk hozni, BÜTSCHLI-vel[3] csakis az Arcelláknak Amoeba-sarjak útján való szaporodására gondolhatunk.

c) *Heliozoumok.*

Kétséget nem szenved, hogy a véglények legközönségesebb szaporodási módja, az egyszerű kettéoszlás, a Helizoumoknál is általánosan előfordúl, bár eddigelé a be nem tokozott Heliozoumoknak oszlása aránylag csak kevésnél észleltetett: így az *Actinosphaerium Eichhornii*-nél, *az Acanthocystis turfaceá*-nál *és A. aculeatá*-nál, valamint az *Actinolophus pedunculatus*-nál *és Clathrulina elegans*-nál;[4] az oszlási folyamat részleteiről azonban, nevezetesen a magnak az oszlás alatt való magatartásáról, úgyszólván semmit sem tudunk. Érdekes HAECKEL-nek az *Actinosphaeriumon* s két Rhizomoneren, ú. m. a *Protomyxán* és *Myxastrumon* tett azon észlelete, hogy a mesterségesen több részre darabolt gyökérlábúak mindegyik darabja önállóan tovább él;[1] ugyanezt észlelte GREEFF az Actinosphæriumon kívül a már fentebb említett nagy amoebaszerű gyökérlábún, a Pelomyxán.[2]

Számos Heliozumok oszlásra készülve, betokozzák magukat; ezekhez tartoznak az általunk a Heliozoumokhoz sorolt Rhizomonerek közül a *Vampyrellák*, melyek, miként már LÜDERS-nek,[3] de különösen CIENKOWSKI-nak[4] és HAECKEL-nek[5] vizsgálataiból tudjuk, szaporodási tokjukat négy egyenlő részre, fiók-Vampyrellára oszolva hagyják el.

Betokozott állapotban véghez menő oszlási folyamatot ír le továbbá CIENKOWSKI az *Actinophrys Sol*-*nál*;[6] továbbá ugyancsak CIENKOWSKI,[7] SCHNEIDER[8] és SCHULZE E. F.[9] az *Actinosphaerium Eichhornii*-nél. Az utóbbi részleteiben egyike a véglények legérdekesebb szaporodási folyamatainak.

Az *Actinophrys Sol* állábsugarait visszahúzván, élesen határolt tokot választ ki; kéregplasmája elveszti habos szerkezetét, bélplasmája pedig sötét gömbbé tömörűl, melyet a megváltozott kéregplasma világos övként vesz körül. Nehány óra mulva a bekövetkezett betokozódás után a belső tömött plasmagömb, mely nyilván a magot rejtő bélplasmának felel meg, két részre oszlik, s ezen két fiókgömb mindegyike külön, számos befelé álló gömbdudorokkal borított tokot választ ki; e közben a közös, külső burok elenyészik, s a plasma habos kéregrétegéből képződött világos övből is csak nehány szemecske marad vissza. Ezen tokok burka hosszabb pihenés után felduzzad, végre feloldódik, s az anya-véglény protoplazmatestének csupán egy ré-

[1] M. SCHULTZE, Ueber den Organismus der Polythalamien. Leipzig (1854) 26.

[2] BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. etc. 139.

[3] Id. mű 142.

[4] V. ö. R. GREEFF, Ueber Actinophrys Eichhornii. etc. AMA. III. (1867) 396. Ugyanaz: Die Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süssen Wassers. AMA. XI. (1875) 1. — CIENKOWSKI, Ueber Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311. — F. E. SCHULTZE, Rhizopodenstudien I. AMA. X (1874) 328. Ugyanaz: Rhizopodenstudien II. Ugyanott, 377. — R. HERTWIG und E. LESSER, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. AMA. X. Bd. Supplementheft. (1874) 35. — R. HERTWIG, Ueber den Bau und die Entwicklung der Heliozoen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. XI. (1877) 331.

[1] Studien über Moneren. 34.

[2] Id. ért. AMA. III. p. 396.

[3] Einige Bemerkungen über Diatomeen-Cysten und Diatomeen-Schwärmsporen. Bot. Zeitung. 18. Jahrg. 1860. Nro 48. p. 377.

[4] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. Bd. 1865. p. 218. És: Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. Bd. 1876. p. 24.

[5] Studien über Moneren und andere Protisten, Leipzig. 1870. p. 163.

[6] Id. ért. AMA. I. 227.

[7] Id. ért. 329.

[8] Zur Kenntniss der Radiolarien. ZWZ. XXI. (1871) 507. — És: Bemerkungen zur Entwickelungsgeschichte der Radiolarien. ZWZ. XXIV. (1874) 579.

[9] Rhizopodenstudien I. AMA. X. (1874) 342.

széből (a bélplasmából) képződött Actinophrys ismét tevékeny életre ébred.

A betokozódás az *Actinosphaeriumok*-nál is avval veszi kezdetét, hogy az állábsugarak visszavonása után a bélplasma tetemesen megtömörül, s habos szerkezetét egészen elveszíti, míg a kéregplasma űröcskéi megkisebbednek. Erre az egész felületen vastag, rétegzett, nyálkás kocsonyás tok választatik ki, melyen belül az Actinosphærium egész teste szabályosan ismétlődő oszlások útján, akár az egyenlően s teljesen barázdolodó pete, mintegy 10—30 részre oszlik. Az oszlási folyamat végeredménye az, hogy az egyes oszlási sarjak, melyeknek mindegyike tömött plasmájában egyetlen magot tartalmaz, vastag, kívül érdes felületű, s átmetszeti képben többnyire hatszögletet mutató, kovasav héjat választ ki.

Schulze szerint az *Actinosphaeriumok* magjai az oszlást megelőzőleg, szemlátomást megfogynak; 100 és több mag közül csak mintegy 20—30 marad meg; azt azonban nem sikerült eldöntenie, vajjon a magoknak fogyását több magnak összeolvadása, vagy pedig a magok egy részének egyszerű elenyészése okozza-e.

Schneider vizsgálatai szerint ellenben a magok számának apadása a következő módon jő létre. A plasma eredetileg nem egy, hanem több, mintegy 8—10 magot tartalmazó gömbre oszlik, melyek közül kettő-kettő körül vékony burok válik ki, s ezen belül választja ki mindegyik többmagvú gömb a saját kovasavhéját, melynek kifejlődtével a közös, finom burok elenyészik. Ily sokmagvú állapotban maradtak a betokozott oszlási sarjak juliustól deczemberig, midőn a számos apró magnak egybeolvadása következtében egyetlen nagy mag jelent meg (peteállapot Schneider szerint).

Májusban azután szétestek a kovasavtokok s mindegyiket egy-egy, ismét nagyobb számú maggal ellátott Actinosphærium hagyta el.

Ezek után Schneider következő képben foglalja össze az Actinosphærium szaporodását és fejlődését: «A kovasavtokba zárt egymagvú petéből a magnak barázdolódási folyamata következtében sokmagvú Actinosphærium fejlődik. Ez növekedik, táplálkozik s szabad élete alatt — miként Lieberkühn, Stein és Cienkowski vizsgálatai után ismeretes, — más egyénekkel való egybekelés útján közösül. Végre más módon kezd oszlani; nyúlványait behúzza s oszlási részletei kovasavat tartalmazó burkot nyernek. Ezen tokokon belül megy végbe a magok egygyéolvadása útján a tulajdonképi termékenyítési folyamat, mely a fejlődésre képes petesejtet létrehozza.»[1]

Ezen felfogással szemben ki kell emelnünk, hogy Schneider közvetetlenül nem figyelte meg, hanem csak következteti azt, hogy a *«petesejt»* egyetlen magja több magnak egygyéolvadásából keletkezik, s e szerint a «petesejteknek» a termékenyítési folyamat egy neme útján való létrejöttét bebizonyítottnak alig tekinthetjük. Meg kell továbbá jegyeznünk, hogy az Actinosphæriumoknak egybekelését, s ideiglenes, vagy állandó egygyéolvadását számtalanszor észlelték ugyan, sőt Cienkowski-nak[2] oly módon, hogy az Actinosphæriumokról egy-egy gömbszeletet lemetszett, mesterségesen is sikerült az egymáshoz közelített Actinosphæriumokat kettesével-ötösével egygyéolvasztani: mindemellett azonban arról, hogy az egybekelés alatt mily közelebbi viszonyba lép egymással az egybekelt egyének plasmája, esetleg magjai, mit sem tudunk, s így ezen folyamatot egész határozottsággal *közösülésnek* (Begattung) nem tekinthetjük. Végül ki kell még azt is emelnünk, hogy a kovasavhéjat elhagyó fiatal Actinosphæriumok számos magjának a «petesejt» egyetlen magjából barázdolódási folyamat útján való fejlődését Schneider szintén csak gyanítja, de határozottan nem sikerült megfigyelnie.

Schulze szerint, mint említém, az oszlási sarjak kezdettől fogva egymagvúak s mint az állandóan egymagvú *Actinophrys Sol*-lal egészen megegyező gyökérlábúak hagyják el a kovasavtokot, s csak később, szabad életük alatt fejlődnek ki, közelebbről nem ismert módon a nagyszámú magvak. — Hogy a két búvárnak részben eltérő vizsgálati eredményei mily módon egyeztethetők meg egymással, azt további búvárlatok fogják csak eldönthetni; egyelőre mint bizonyosat csak annyit tudunk, hogy az Actinosphæriumok kemény kovahéjú oszlási sarjai hosszabb pihenés, nyilván minden esetben kitelelés után, egymagvú Actnophrysok, vagy sokmagvú Actinosphæriumok alakjában jelennek meg. Az egész folyamat azon pihenő spórák képződésére emlékeztet, melyet, mint fentebb előadtuk, Buck az Arcella vulgarisnál észlelt.

Még inkább nevezhető spóraképződésnek azon szaporodási mód, melyet Haeckel írt le a lanzerotei Puerto del Arrectife öblében felfedezett actinophrysszerű Rhizomonérről, a *Myxastrum radians*-ról.

[1] Id. ért. ZWZ. XXI. (1871) 510.
[2] Id. ért. AMA. I. (1865) 229.

Ezen Moner gömbbé húzódván, betokozza magát s bizonyos idei pihenés után sugaras irányú oszlás által számos plasmarészletre darabolódik, melyek előbb elgömbölyödnek, majd orsóalakú testekké nőnek, felületükön pedig vastag kovasav héjat választanak ki. Izolálva alakjuk s kovapánczéluk miatt, ezen spórák könnyen Naviculákkal volnának összetéveszthetők, melyekből HAECKEL hosszabb idei pihenés után apró Myxastrumokat látott kibújni.[1]

Az eddig tárgyalt valamennyi szaporodási módnál az oszlási felek, illetőleg a fiatal nemzedék, a kifejlődött Heliozoumok jellemző szervezetével birnak, s ezektől legfelebb nagysági arányok, vagy a magvak kisebb száma által térnek el. Az újabb vizsgálatok megismertettek azonban egy olyan átalakúlással járó szaporodással is, melynél az ifjú nemzedék egy, vagy két finom fonalas ostorral ellátott monasszerű Flagellátalakban jelen meg s csak egy idei rajzás után tér ismét vissza a Rhizopod-alakba. Ugyanily rajzóképződés, mint fentebb láttuk, HERTWIG R. és CIENKOWSKI vizsgálatai után, egy Monothalamiumnál, a *Microgromia socialis*-nál is ismeretes.

Ezen rajzóképződést CIENKOWSKI fedezte fel egy Rhizomonérnél, a *Protomonas (Monas Cienk.) amylinél*,[2] majd néhány más igen egyszerű szervezetű, de maggal ellátott actinophrysszerű Rhizopódnál (*Pseudospora parasitica, Ps. Nitellarum, Ps. Volvocis*), melyeket az előbbivel együtt a «*Monadinae zoosporeae*» névvel jelölt csoportba foglalt össze.[3] Ugyanily rajzóképződést ír le HAECKEL, két általa felfedezett Rhizomonérnél, a *Protomyxa aurantiacá*-nál[4] s a *Protomonas Huxleyi*-nél.[5] Mindezen igen egyszerű szervezetű, sugaras állábú gyökérlábúak szaporodásra betokozzák magukat s egy idei pihenés után monasszerű Flagellátokból álló nemzedékre oszlanak, s ezek csak rövidebb vagy hosszabb rajzás után változnak ismét sugaras állábú gyökérlábúakká. Némelyek ezen rajzók közül, mint a Myxomycetek rajzói, képesek plasmodiumokká összeolvadni; ezt észlelte nevezetesen CIENKOWSKI a *Protomonas amyli*-nél, HAECKEL pedig a *Protomyxa aurantiacá*-nál.

[1] Studien über Moneren 34.

[2] Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bull. de la Classe. phys. math. de l'Acad. de Saint-Petersbourg. Tome XIV. (1856) 261.

[3] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 213.

[4] Stud. üb. Moneren 71.

[5] Id. mű 169.

Az ostoros rajzók által való szaporodást azonban nem csupán igen egyszerű, hanem magasabb szervezetű Heliozoumoknál is ismerjük, nevezetesen a *Clathrulina elegans*- s az *Acanthocystis aculeatá*-nál.

Ismét CIENKOWSKI-t illeti az érdem, hogy a rajzóképződést a *Clathruliná*-nál felfedezte.[1] Ezen érdekes Heliozoum, mely hosszú, merev kocsányán ülő, szabályos közökben nagy, kerekded nyílásokkal áttört igen díszes, gömbölyű kovahéjjal van közülzárva, miután hosszabb időn át egyszerű kettéoszlás által szaporodott, állábait visszavonva, héján belül gömbbé húzódik, s ismételt oszlás útján négy részre oszlik, melyeknek mindegyike elgömbölyödik, s kemény, GREEFF szerint tüskékkel borított tokot választ ki,[2] melyek több hónapon, nyilván egész télen át pihennek. A pihenés időszakának elteltével minden tokot egy-egy rajzó hagyja el, mely tojásdad testének egynemű plasmából álló mellső végében egy hólyagocskaalakú magot, a hátsóban számos sötét szemecskét tartalmaz, s mely mozgása után itélve, bizonyára egy vagy két ostorral van ellátva. Ezen rajzók nagy köröket írva le, mintegy 1—2 óráig mozognak, azután gömbbé húzódnak, sugaras állábakat tolnak ki, plasmájuk nagyszámú vacuolumokból habos szerkezetet nyer, végre kocsányt s áttört kovahéjat választanak ki, s ezzel a rajzónak Clathrulinává átalakúlása befejeződött.

HERTWIG és LESSER a *Clathrulina* rajzóképződésének még egy másik módját is észlelte.[3] Ennél a a Clathrulina protoplazmateste három egyenlőtlen részre oszlott, melyek a héj nyílásain kinyomúlva, közvetetlenül rajzókká változtak, melyeknek mellső végén HERTWIG és LESSER határozottan megkülönböztethetett két finom, fonalas ostort, hátsó végén pedig 2—3 lüktető űröcskét; e szerint ezen rajzók mindenben megegyeznek a Microgromia rajzóival. Miként CIENKOWSKI-nak, úgy HERTWIG-nek és LESSER-nek is sikerült a rajzókat mindaddig figyelemmel kisérni, míg rajzásuk befejeztével Heliozoum-alakot váltottak.

Rajzóképződést, mint már említém, az *Acanthocystis aculeatá*-nál is észleltek, nevezetesen pedig HERTWIG.[4] Nevezett búvár többször akadt oly példányokra, melyeknél a gyökérlábú protoplazma-teste

[1] Ueber Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311.

[2] Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süssen Wassers. AMA. V. (1869) 467.

[3] Ueber Rhizopoden etc. AMA. X. Suppl. (1874) 231.

[4] Studien über Rhizopoden. Jenaische Zeitschr. X. (1877) 339.

s kovapálczikákból összerakott héja között 2—6 gömbölyüded, vagy tojásdad test foglalt helyet, melyeknek buroknélküli habos plazmájában egy-egy hólyagocskaalakú magot lehetett megkülönböztetni. Ezen testek egyesein, miután a héjon keresztül a szabadba jutottak, két ostor fejlődött, melyeknek segítségével nehézkesen hömpölygették magokat ide-oda. További kifejlődésüket azonban nem sikerült HERTWIG-nek kifürkészni, s ehhez képest eldöntetlenül hagyja, vajjon a szóban forgó képletek az Acathocystis rajzói-e, vagy pedig élősdi szervezetek.

Hogy élősdiek nem ritkán fészkelik be magukat a a Heliozoumokba, ezt épen HERTWIG-nek az *Actinophrys Sol*-on test vizsgálatai bizonyítják. HERTWIG ugyanis egy Actinophrysből igen nagyszámú, parányi termetű, élénken hemzsegő Flagellátokat látott kirajzani, melyek igen valószínűen élősdi termész etüek s nem tartoznak az Actinophrys fejlődésmenetébe.[1]

Ugyanily természetűek lehetnek azon Flagellátokká változó kis Amoebák is, melyeket GREEFF az *Actinosphaerium*-ból látott kirajzani,[2] s melyek, mint GREEFF egy más helyen megjegyzi, teljesen megegyeznek a Pelomyxából kirajzó apró Amoebákkal,[3] s ha ezek csakugyan élősdiek, úgy nyilván a Pelomyxa rajzói se lesznek egyebek.

Bármint álljon azonban a dolog az utóbb említett rajzókra nézve, annyi főleg CIENKOWSKI-nak, HAECKEL-nek s HERTWIG-nek pontos vizsgálatai után bizonyos, hogy a Flagellát-alak, mint ifjúkori alak, számos Heliozoumnál s mint fentebb előadtuk, a Monothalamiumoknál (*Microgromia*) is előfordúl, mire jogosan lehet azon következtetést alapítani, hogy a Flagellátok és Heliozoumok a legbensőbb rokonsági viszonyban állanak, s hogy nyilván az összes gyökérlábúak a Flagellátokkal közös törzsből sarjadzottak. Ezen felfogás helyességében, ha a Radiolárokat, melyek ugyanerre nézve, mint alább látandjuk, a legnyomósabb érveket szolgáltatják, egyelőre nem is tekintjük, még különösen megerősít azon tényállás, hogy némely véglény az adott körülményekhez képest, úgy látszik kénye-kedve szerint képes a Rhizopod-alakot minden betokozódás nélkül, igen rövid idő alatt Flagellát-alakkal felcserélni. Ezen érdekes észleletet tette CIENKOWSKI az Actinophryshoz igen közel álló *Ciliophrys infusionum*-on, mely sugaras állábait visszahúzva, egyetlen hosszú, finom ostort tolt ki hosszúdad alakot öltött testének a magot tartalmazó mellső végéből, s Flagellát-alakban azonnal rajzásnak indúlt.[1] Ugyanezt észlelte BÜTSCHLI egy a Cliophrystól nemileg alig különböző, másik sugaras állábú gyökérlábún.[2] Ezeken kívül több amoebaszerű gyökérlábú is ismeretes, mely ujjalakú állábain kívül ideiglenesen, vagy állandóan ostort visel; ilyen a CLAPARÈDE és LACHMANN-tól leirt *Podostoma filigerum*,[3] CARTER *Amoeba monociliatája*,[4] SCHULZE E. F. *Mastigamoeba asperája*,[5] a TATEM-től észlelt szabadon úszó Amoeba,[6] és STEIN *Cercomonas ramulosája*,[7] mely utolsónál különösen az Amoeba- és Flagellát-jellemek oly szoros kapcsolatban állanak, hogy valóban egészen az egyéni felfogástól függ ezen sajátságos véglénynek a Rhizopodok, vagy mint STEIN teszi, a Flagellátok közé való beosztása.

Már fentebb említettük, hogy az *egybekelés* az *Actinosphaerium Eichhorniinél* igen gyakori jelenség, melyet, miután KÖLLIKER felfedezte,[8] COHN,[9] CLAPARÈDE és LACHMANN[10] s számos más búvár észlelt. Ép ily gyakori az egybekelés az *Actinophrys* nemnél, melynél STEIN,[11] majd CLAPARÈDE LACHMANN,[12] GRENACHER,[13] valamint HERTWIG és LESSER[14] irták le. Az Actinophrysekhez közel álló *Ciliophrys infusionum*-nál CIENKOWSKI szintén megfigyelte az egybekelést, még pedig Rhizopód-alakú egyéneken, ép úgy

[1] Id. ért. 340.
[2] Sitzungsber. d. niederrh. Gesellsch. 1871. Jan. V. ö. HERTWIG id. ért.
[3] Polomyxa palustris etc. AMA. X. (1874) 68.

[1] Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 29.
[2] Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten etc. ZWZ. XXX. (1878) 269.
[3] Étud. II. 441.
[4] On freshwater rhizopoda of England and India. Annal. of nat. history, 1864. V. ö. SCHULZE al. id. ért. 583.
[5] Rhizopodenstudien V. AMA. XI. 1874 583.
[6] On freeswimming Amoebe. M. micr. j. I. 352. V. ö. BÜTSCHLI id. ért. p. 271.
[7] Der Organ d. Infus. III. Abth. I. (1878) I. Taf. IV. Abth. Fig. 1—5.
[8] Ueber das Sonnenthierchen, Actinophrys Sol. ZWZ. I. (1849) 207.
[9] SIEBOLD, Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoen. ZWZ. III. (1851) 66.
[10] Études III. 222.
[11] Die Infusionsthiere etc. 151.
[12] Id. mű id. h.
[13] Ueber Actinophrys sol. Verh. d. physic. med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. I. 1868. V. ö. HERTWIG és LESSER a. id. ért.
[14] Ueber Rhizopoden etc. AMA. XX. Supplem. (1874) 174.

mint a rajzókon.[1] Az Actinophrysok egybekelése oly gyakori, hogy néha több egybekelt, mint magános példányokra lehet akadni.

Mindezeknél nem csupán két, hanem több, néha 7, sőt 9 egyénből álló csoportok kelnek egybe, melyek, mint GRENACHER igen találóan megjegyzi, oly képet adnak, mint egy marék egymásba ragadt bojtorján. Az egybekelt egyének egy időre teljesen egygyéolvadnak, hogy később, úgy látszik, teljesen változatlanúl ismét szétváljanak. Arra nézve, hogy az egybekelésnek van-e valami befolyása a szaporodásra, semmi biztosat sem tudunk, s e tekintetben igen eltérők a nézetek. COHN az Actinosphærium egybekelését, az alsóbb moszatok s gombák egybekelését tartva szem előtt, a szaporodásra fontos folyamatnak gyanítja; ugyanily véleményben van SIEBOLD is, ki a Podophryának STEIN, egy Acinetának saját maga s az Actinospæriumnak KÖLLIKER és COHN észlelte egybekelését egyrészt az egyszerű moszatokéval, másrészt pedig a Diplozoonokká egyesült Diporpa-ikrekkel hasonlítja össze; újabban pedig, mint már fentebb alkalmam volt kiemelni, SCHNEIDER az Actinosphærium egybekelését egyenesen «*közösülésnek*» nevezte. STEIN szerint ellenben az Actinophrysok egybekelése semmi bensőbb viszonyban nem áll a szaporodással, s ő az egész folyamatban nem lát egyebet, mint két vagy több egyénnek egy családdá, vagy teleppé való ideiglenes egyesülését.[2] CLAPARÈDE és LACHMANN, bár STEIN felfogása felé látszik hajolni, mégis óvakodik véleményt nyilvánítani s egészen a bölcselőkre bízza az egybekelés élettani értékéről való elmélkedést.[3] HERTWIG és LESSER végre következőleg nyilatkozik: «Megfigyeltük, mily módon esett szét egy Actinophrys-csoport, mely négy egyénből állott, először két félre, melyek ismét két részre oszlottak. Az ily módon képződött 4 külön egyén közül kettő továbbra is elválva maradt, a többi kettő újra összeolvadt, a nélkül, hogy az egyesülés hosszabb ideig megmaradt volna. Az Actinophrys Sol egybekelésének egész menete s elterjedési módja reánk valamely történetes, s az életműködésekre kevéssé jelentékeny folyamat hatását teszi. Két Actinophrys találkozik s számos állábával összekuszálódik. Mozgásaiknak lassúsága következtében hosszasan maradnak egymással érintkezésben, s így a protoplazmának alkalma nyílik anastomosis képzésére való hajlamát érvényesíteni, minek következtében az egyének mindinkább összefolynak. Több egyénnek összeolvadása az Actinophrys életére csak annyiban lehetne befolyással, hogy ezzel a táplálékfelvétel minden esetre megkönnyíttetik. Mert belátható, hogy idegen szervezetek a nagyobb ellenséges frontot nem oly könnyen kerülhetik ki, s hogy egy egész csoportnak álláb-erdeje nagyobb állatokat is gyorsabban legyőzhet, mint ez külön egyéneknél lehetséges volna.»[1]

Mindezen magyarázatok, véleményem szerint, nem zárják ki annak lehetőségét, hogy az egybekelés mégis csak valamely viszonyban van a szaporodással; mert ha az Actinophrysek s Actinosphæriumok plasmája egybekelés alatt, mint STEIN ellenében CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint HERTWIG és LESSER határozottan állítja, ideiglenesen egészen egybefoly: bizonyára jogosult SCHNEIDER-nek azon feltevése,[2] hogy ezen teljes egygyéolvadás ideje alatt az egybekelt egyének plasmarészleteket (a nagyszámú maggal bíró Actinosphæriumoknál talán magokat) is cserélnek ki, minek az egybekelve volt egyének oszlás útján való szaporodására előnyös hatása lehet; azok után legalább, a miket a csillószőrös ázalékállatkáknak egybekeléséről mai nap tudunk, ezt jogosan lehet feltennünk. Másrészt azonban azt is ki kell emelnünk, hogy STEIN-nak azon felfogása, hogy az Actinophrysok egybekelése nem egyéb ideiglenes telepképződésnél, támogatást nyer az által, hogy mai nap több oly Heliozoumot ismerünk, melyek számos egyénből álló telepekben élnek, melyeknek egyes tagjai majd ál-lábaikkal, majd külön vastagabb plasmaszalagokkal vannak egymáshoz fűzve. Ide tartozik két Rhizomonér, ú. m. a HAECKEL-től leírt *Myxodictyum sociale*[3] s a SCHNEIDER AIMÉ észlelte *Monobia confluens*;[4] továbbá két maggal bíró, actinophrysszerű Heliozoum, ú. m. HERTWIG és LESSER *Rhaphidiophrys elegansa*[5] s a GREEFF-től leírt *Sphærastrum conglobatum*.[6]

Mindezek után tehát ott állunk, hogy, ha nem is épen a bölcselőktől, de mindenesetre a további vizsgálatoktól kell várnunk annak eldöntését, hogy miféle

[1] Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 30.
[2] Id. m. 160.
[3] Ét. III. 235.

[1] Id. mű 175.
[2] Id. ért. ZWZ. XXI. (1871) 510.
[3] Stud. üb. Moneren. 38.
[4] Arch. zoolog. expér. VII. V. ö. BÜTSCHLI, BRONN's Class. u. Ordn. etc. A. Taf. XIV. Fig. 3.
[5] Ueber Rhinopoden etc. A. AMA. X. Supplementh. (1874) 217.
[6] Ueber Radiolarien etc. A. AMA. XI. (1875) 29.

élettani jelentősége van a Heliozoumoknál észlelt egybekelési folyamatnak.

Ha már most mindazt összegezzük, a mit a Heliozoumok szaporodásáról biztosan tudunk, arra az eredményre jutunk, hogy szaporodásuk részint szabad, részint betokozott állapotban való oszlás útján történik; hogy az oszlási sarjak gyakran kemény héjjal zárják magokat körül, melyen belül hosszabb ideig pihennek; hogy ezen oszlási sarjakat méltán nevezhetjük pihenő spóráknak; hogy az oszlási sarjak számos Heliozoumnál egy vagy két ostorral ellátott Flagellátok alakjában sürgölődnek s csak rajzási időszakok elteltével térnek ismét vissza a Heliozoum-alakba.

d) *Radiolárok.*

A rajzóképződés, mely miként láttuk, a többi gyökérlábúaknál is, de különösen a Radiolárokhoz oly közel álló Heliozoumoknál gyakori, a Radiolároknál, úgy látszik a legáltalánosabb, habár csak tökéletlenül ismert szaporodási módot képviseli.

A Radiolároknak már első beható tanulmányozója, Müller János, tesz említést apró infusoriumokhoz hasonló testecskékről, melyeket hemzsegni látott egy 1856-ban tanulmányozott *Acanthometrának* középponti tokjában, s melyekről valószínűnek tartja, hogy nem monasszerű élősdi szervezetek, hanem az Acathometrának fiatalai.[1] — Ugyanily testecskéket talált Schneider a *Thalassicolla nucleata* középponti tokjában.[2] — Haeckel a *Sphaerozoum punctatumnak* hemzsegő testecskékkel telt középponti tokját szétrepesztvén, mintegy 0·008—0·01 mm. nagyságú, részint gömbölyüded, részint elliptikus körvonalú, víztiszta hólyagocskákat talált, melyeknek mindegyike egy-egy fenőkő alakú kristályt tartalmazott, s melyek mintegy 10 perczig tartó igen élénk mozgás után elhaltak;[3] ennek alapján Haeckel a középponti tokot egyenesen *szaporodási szervnek* tekinti.

Sokkal pontosabban és részletesebben figyelte meg Cienkowski a rajzóképződést a *Collosphaeranemnél* s a *Callozoum inerménél*;[4] mindenek felett pedig Hertwig R. ugyancsak a *Callozoum inerménél* s a *Thalassicolla nucleatánál.*[5] Ezen vizsgálatok után a Radiolárok rajzóképződését a következőkben foglalhatjuk össze.

A Radiolároknál kétféle rajzók különböztethetők meg: ú. m. *fenőkőalakú kristálylyal ellátottak,* s e *nélküliek.*

Kristálylyal ellátott rajzók észleltettek a *Sphaerozoum punctatumnál*, a *Collosphaeráknál* s a *Callozoum inerménél*; kristálynélküliek a *Thalassicolla nucleatánál* s a *Callozoum inerménél,* mely utóbbinak tehát kétféle rajzói vannak. Cienkowski ugyanazon telepben talált oly egyéneket, melyeknek középponti tokjában kristálylyal ellátott, s olyanokat, melyeknél kristálynélküli rajzók képződtek. Ezen észleletet azonban Hertwig tévesnek tartja; szerinte ugyanazon telep egyéneinek rajzói vagy mind kristálylyal bírók, vagy mind kristálynélküliek, s ő hajlandó feltenni, hogy a *Callozoum inerme* néven összefoglalt Radiolárok két különböző fajhoz tartoznak, bár faji különbségeket nem sikerült kimutatnia. A *Callozoum inerménék* ugyanazon egyéneiben képződött kristálynélküli rajzói között Hertwig ismét különbségeket talált, vannak ugyanis *nagy rajzók (Makrosporen)* és *apró rajzók (Mikrosporen),* melyek az előbbieknél felényivel kisebbek s azokkal átmeneti nagyságú alakokkal nem állanak kapcsolatban.

A kristálylyal ellátott rajzók tojásdad, mellső végük felé kissé elhegyesedő testűek. Mellső harmadukat szemecskételen egynemű, csaknem egészen a szintén egynemű mag képezi, s ezen testvégből indul ki a Hertwig szerint egyetlen, Cienkowski szerint kettős, finom, hosszú ostor. A hossztengely irányában, a test hátsó vége felé, foglal helyet a zsírfényű rögöcskék csoportjától környezett, fenőkőalakú kristály, mely savakban és égvényekben nem oldódik ugyan, hanem ezen kémszerek hosszabb behatására kissé összezsugorodik, miből Hertwig azt következteti, hogy állománya nem szervetlen, hanem szerves anyagból áll.

A kristálynélküli rajzók az előbbiektől, a kristály hiányán kívül, főleg jellemző paszuly- vagy vesealakjukkal különböznek; egyetlen (Cienkowski szerint kettős) ostoruk a rajzó kiöblösödött része felett levő mellső kiszögellésből indul ki.

A különböző rajzók egymástól, fejlődésüket tekintve is különböznek. A kristálylyal ellátott rajzók oly módon képződnek, hogy a középponti tokban a magok (Haeckel «víztiszta hólyagocskái») oszlás útján igen nagy számra szaporodnak, mi közben a középponti tokban levő nagy olajgömb lassankint elenyé-

[1] V. ö. Haeckel, Die Radiolarien. (1862) 141.

[2] Ueber neue Thalassicollen von Messina. AAP. (1858) 41.

[3] Id. m 142.

[4] Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. (1871) 371.

[5] Zur Histologie der Radiolarien. (1876) 25 és 48.

szik, a magok körül pedig zsírszemecskék halmozódnak fel, s minden mag mellett egy-egy kristály képződik; végre az egész középponti toknak állománya csaknem egyidejűleg szétesik a magoknak megfelelő számú részletekre, melyek azután rajzókká változnak. A kristálynélküli rajzók képződésénél ellenben a középponti tok állománya ékalakú részekre oszlik, melyeknek nyilván mindegyike részesül a középponti tokban foglalt nagy olajgömbnek szétes éseiből keletkező zsírszemecskékben, s csak ezen ékalakú részek esnek azután szét a megszaporodott magoknak megfelelő számú rajzókra. A rajzók képződésénél a tokon kívüli protoplazma is elenyészik, azaz nyilván az anyagforgalomba vonatik, s az anya-Radiolár az új nemzedék kifejlődtével elhal.

Hogy mily módon fejlődnek az aránylag igen apró rajzók tekintélyes nagyságú Radiolarokká, ez teljesen ismeretlen; hosszabb ideig való életbentartásuk eddigelé egyik búvárnak sem sikerült. Hogy az apró és nagy rajzók között talán ivarbeli különbség van, mint HERTWIG gyanítja,[1] ez, minthogy közvetetlen megfigyelésre nem támaszkodik, csakis gyanítás marad; az eddigi észleletek még annak lehetőségét sem zárják ki, hogy a rajzók egyáltalában nem a továbbfejlődésre, hanem a termékenyítésre hivatvák, — mi nem látszik épen valószínűtlennek.

A többi gyökérlábuak szaporodási módjainak jelenlegi ismeretére támaszkodva, méltán feltehető ugyan, hogy a Radioláro knál, a rajzóképződésen kívül, más szaporodási mód is előfordul; ismereteink azonban ezen irányban is nagyon töredékesek s jórészt a gyanítás stadiumán vannak. Erről mindössze csak annyit akarunk e helyen megjegyezni, hogy HAECKEL a telepeket alkotó Radiolárok (R. Polyzoa) különböző nagysági viszonyaiból s a középponti tokokon észlelt bizonyos változásokból azon következtetést vonja, hogy a Radiolárok középponti tokjuknak egyszerű oszlása, valamint endogen úton, a burkon belül több fióktokra való szétesés által is szaporodnak.[2]

3. *Flagellátok.*

Tagadhatatlan, hogy míg a véglények egyéb csoportjainak ismerete számos búvár közreműködésétől lényegesen előrehaladt, addig a Flagellátokat a legújabb időig mind a növény-, mind az állatbúvárok elhanyagolták. Mintha mindenki óvakodott volna azon lényekkel foglalkozni, melyeknek jellemző ismertető jegye, — mint CIENKOWSKI mondja[1] — abban áll, hogy a növények rajzóspóráinak különböző módon megváltozott tipusát képviselik; mintha nem kölcsönözne a Flagellátoknak épen azon körülmény oly rendkívüli érdeket, hogy levélzölddel áthasonító képviselőik ép oly szakadatlan sorozatban vezetnek át a moszatokhoz, mint levélzöldet nem tartalmazó alakjaik, nevezetesen a *Monasfélék*, a gyökérlábúakhoz és Myxomycetekhez; s mintha mindezeken kívül nem bírna oly általános fontossággal még azon tényállás is, hogy a Flagellátok között, mint erre már fentebb utaltam, bizonyos levélzölddel áthasonító alakoknak megvan a megfelelő, levélzöldnélküli «evő» parallel-alakjuk, képeik mása, mi a Flagellátok egy részének a növény-, másik részének az állatországba való beiktatását merőben lehetetlenné, a növény- és állatországot összekapcsoló véglénycsoportnak megkülönböztetését pedig szükségessé teszi. — A Flagellátoknak általános elhanyagolása következtében természetesen szaporodásuk ismerete is, daczára JAMES-CLARK, CIENKOWSKI, BÜTSCHLI, STEIN, JOSEPH G., BERGH és mások újabb vizsgálatainak, nagyon töredékes. Kivételt csupán a *Volvoxfélék* képeznek, melyeknek érdekes szaporodását s fejlődését kitünő búvárok (STEIN, PRINGSHEIM, COHN) vizsgálatai után igen részletesen ismerüjk. Fontos s nagyszámú adatokat tartalmaz STEIN-nak nagyszabásu monografiája,[2] mely jelenlegi befejezetlen állapotában azonban nem nyújt teljes képet a nagynevű búvár hosszú időn át folytatott vizsgálatairól.

A Flagellátok szaporodására vonatkozó adatok könnyebb áttekinthetése kedveért czélszerűnek tartom a Flagellátokat három csoportba foglalni s külön tárgyalni: *a)* a *levélzöldet tartalmazó, b)* a *levélzöldet nem tartalmazó Nudiflagellátok,* s végre *c)* a *Cilioflagellátok* szaporodását.

a) Levélzöldet tartalmazó Nudiflagellátok.

A levélzöldet tartalmazó Flagellátoknak az egysejtű moszatokkal való legbensőbb rokonságát szaporodásuk is bizonyítja. — CIENKOWSKI vizsgálatai szerint ugyanis a zöld Flagellátoknak egy része szaporodásukat s fejlődésüket tekintve, semmiben sem

[1] Id. ért. 36.
[2] Die Radiol. 145.

[1] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 421.
[2] Der Organismus etc. III. Th. 1. Abth. 1878.

tér el a Palmellaceáktól, úgy, hogy ezekkel a nevezett búvár szerint egészen jogosan egyesíthetők. Ide tartoznak nevezetesen a CIENKOWSKI-tól tanulmányozott Flagellátok közül a *Chlamydomonas Pulvisculus*, az *Euglena viridis* s a *Cryptomonas ovata*,[1] melyekhez a Chlamydomonas-nem egyéb fajai, a *Chlamydococcus pluvialis* meg STEIN *Phacotus lenticularisa* és *Coccomonas orbicularisa* csatlakozik. Mindezekre, mint a valódi Palmellaceákra[2] jellemző, hogy rövidebb vagy hosszabb ideig tartó szabad rajzás után pihenésre jutva, egyszerű, vagy rétegzett nyálkás-kocsonyás tokot választanak ki (*Gloeococcus-alak*), melyen belül ismételt oszlások útján kisebb-nagyobb számú fióknemzedékre oszlanak, mely ismét rajzásra kel. Az épen említett kocsonyás burkon belül történő szaporodási folyamat több nemzedéken át ismétlődvén, a rajzók *Chroococcus-alakba* mennek át; gömbbé húzódva vastag cellulosetokot választanak ki, melyből hosszabb pihenés után, ismét kocsonyás burokban szaporodó nemzedék fejlődik.

A szaporodás ezen tipikus menete azonban többé-kevésbbé módosulhat is. Igy bizonyos Flagellátok szaporodásnak indulva, nem mennek át okvetetlenül a pihenő Gloeococcus-alakba, hanem rajzásuk alatt is megoszolhatnak 2—4 fiókrajzóra; mint ez nevezetesen COHN vizsgálatai után a *Chlamydococcus pluvialisról* ismeretes.[3] Máskor a Gloeococcus-alakban képződött fióksejtek közvetetlenül, rajzás nélkül mennek át a pihenő Chroococcus-alakba, mit szintén COHN észlelt a *Chlamydococcusnál.*

A Gloeococcus-alakban szaporodó Flagellátok rendesen 4, vagy még több, 8—16 stb. fióksejtre oszlanak, minek következtében kisebb-nagyobb számú sejtekből álló családok képződnek, melyeknek tagjai egyidejűleg indulnak rajzásnak. Néha azonban már az első kettéoszlásnál véget ér a szaporodás; így az *Euglena viridisnek* kocsonyás burkán belül történő egyszerű kettéoszlása, mely PERTY és STEIN szerint a végleny hossztengelye irányában megy véghez, már régóta ismeretes; sőt a kocsonyás tok néha épen csak rövid pihenésre választatik ki s ezt ismét egyetlen Euglena hagyja el. Hogy azonban ez utóbbi eseteket szabályúl tekinteni nem lehet, hanem hogy az Euglenák is gyakran oszlanak 4—8 s több egyénből álló családokra, ezt COHN-nak,[1] PERTY-nek,[2] FOCKI-nak,[3] STEIN-nek[4] és CIENKOWSKI-nak vizsgálatai[5] egyaránt bizonyítják. Épen az *Euglena viridisnél* észlelte továbbá COHN és PERTY azt is, hogy gyorsan egymásra következő oszlásokkal igen nagyszámú, a rendeseknél sokkal kisebb rajzókra oszlott szét, és méltán jegyzi meg PERTY, hogy az Euglenánál, a botanikusok nyelvén szólva, *makro-* és *mikrogonidiumokat* lehet megkülönböztetni. Hogy mire valók az apró rajzók, ez mai nap még egészen ismeretlen, s csak gyanítható, hogy hivatásuk ugyanaz, mint az Euglenával rokonságban álló más Flagellátoknál, — miről alább lesz alkalmunk megemlékezni.

A levélzöldet tartalmazó Flagellátoknak egy másik csoportja, szaporodás és fejlődés tekintetében, ép oly szoros kapcsolatban van az egysejtű moszatok között a Characiumfélékkel, mint az épen tárgyaltak a Palmellafélékkel.

Ezen Flagellátok nyilván minden esetben celluloséból álló hártyás burkokon belül plasmatestüknek ismétlődő oszlása útján 2—4—8 s több fióksejtre esnek szét, melyek az anyasejt burkának megpukkantával, vagy elnyálkásodtával szétrajzanak.

Ezen szaporodási mód már EHRENBERG óta ismeretes a *Chlorogonium euchlorumnál*, és CIENKOWSKI[6] meg STEIN[7] vizsgálatai után a *Chlorangium* (Colacium Ehrb.) *stentorinumnál*, melyek mindegyikénél STEIN a makrogonidiumokon kívül ki nem puhatolt feladatú mikrogonidiumokat is megkülönböztet.

Ugyanily módon megy végbe STEIN szerint a *Spondylomorum quaternarium* szaporodása is,[8] csakhogy ennél a 16 fiókrajzó szabadon úszó Volvoxszerű családban egyesülve marad.

Szorosan a Spondylomorumhoz csatlakoznak, legalább ivartalan szaporodásukat tekintve, a valódi Volvoxfélék * közül a *Gonium pectorale, Pandorina*

[1] CIENK. id. ért.

[2] V. ö. CIENKOWSKI id. ért. kívül: CIENKOWSKI, Ueber einige chlorophyllhaltige Glœocapsen. Bot. Ztg. 23. Jahrg. (1865) 21.

[3] Nachträge zur Naturgeschichte des Protococcus pluvialis Kütz. Nova Acta C. L. C. Vol. XX. 1850.

[1] Id. ért.

[2] Zur Kenntniss. etc. 78.

[3] Physiolog. Stud. II. Hft. (1854) 12.

[4] Die Infus. 6.

[5] Id. ért. Bot. Ztg. (1865) 24.

[6] Id. AMA. VI. (1870) 427.

[7] Der Org. III. Taf. XIX.

[8] Der Org. III. Taf. XVIII.

* A nélkül, hogy a Volvoxféléknek a Palmellafélékkel való benső rokonságát kétségbe akarnám vonni, mégis, STEIN-t követve, czélszerűnek tartottam a valódi Volvoxféléket az egyenkint rajzó *Chlamydomonas* és *Chlamydococ-*

Morum, Eudorina elegans és *Stephanosphaera pluvialis.* Mindezek, mint ismeretes, a Chlamydomonasszal egészen megegyező szervezetű, 8 *(Stephanosphaera),* 16 *(Gonium, Pandorina* és *Eudorina* kisebb alakja), vagy 32 *(Pandorina* és *Eudorina* nagyobb alakja) rajzóból álló négyszögletes, táblaalakú *(Gonium),* tojásdad *(Pandorina),* vagy gömbölyű *(Eudorina)* vagy végre gömbölyű közös burkon belül kerek koszorúba egyesült *(Stephanosphaera)* telepeket képeznek, melyeknek minden egyes egyéne a szaporodás idejében 8, 16, illetőleg 32 fiókrajzóra oszlik, melyek speciális anyaburkukat s a többnyire szintén jelenlevő közös telepburkot, mint az anyatelep rajzóival megegyező számú ifjú telepek hagyják el.[1]

A legmagasabb szervezetű Volvoxféléknél, a *Volvox* nem képviselőinél (1. *Volvox Globator Ehrb.* és *V. stellatus Ehrb. = V. monoicus Cohn*; 2. *Volvox minor Stein, = V. aureus Ehrb.* és *Sphaerosira Volvox Ehrb. = V. dioicus Cohn*; 3. *V. Carteri Stein.)* a gömbalakú telepbe egyesült sejtek között az élettani munka meg van osztva, s csak bizonyos sejtek szolgálnak szaporodásra. A Volvoxok telepteste ugyanis, — mint általánosan ismeretes, — igen nagyszámú, COHN szerint[2] a *V. Globatornál* mintegy 12,000, gömbhéjba egyesült, apró chlamydomonasszerű rajzóból van összetéve, melyeknek kocsonyásan duzzadt víztiszta külön burka közös telepburokká van összeolvadva. Ezen két-két ostorral ellátott sejtek, melyek a telepburkot vízszintes irányban átjáró 5—7 plasmaticus fonállal vannak egymással hálózatosan összefűzve, az ivartalan szaporodásnál nem vesznek részt, s ezért COHN *meddő,* vagy *vegetativ* sejteknek nevezi. Az ivartalan szaporodásra való nagyobb, ostornélküli sejtek a meddő sejtek rétegén belül s ez alatt, mintegy a családgömb belsejébe sarjadzva, foglalnak meglehetősen egyenlő távolságokban helyet, s számuk STEIN szerint, a *V. Globatornál* 8, a *V. minornál* 1—9 között változik, de leggyakrabban 4,[1] a CARTER-től K.-Indiában Bombay mellett felfedezett Volvoxnál pedig,[2] melyet STEIN a V. Globator és V. minor között álló külön fajnak tekint s felfedezője után *V. Carterinek* nevez, ismét 8, mint a *V. Globatornál.* Ezen ivartalan szaporodásra való sejtek, melyeket COHN «*Parthenogonidiumok*»-nak, STEIN pedig «*sarjalakok*»-nak (Sprossform) nevez,[3] mint már EHRENBERG is tudta, WILLIAMSON[4] és BUSK[5] tanulmányai után pedig részletesebben ismeretes, gyorsan egymásra következő oszlás útján nagymennyiségű fióksejtre oszlanak, melyek az anyatelepen belül a Parthenogonidiumoknak megfelelő számú fióktelepekké változnak; minthogy pedig ezeknek belsejében az új Parthenogonidiumok, közelebbről nem ismert módon, már igen korán kiválnak, a szaporodásban levő Volvox már unokáinak anyasejtjeit is magában rejti.

Míg a Volvoxfélék, mint az előadottakból látszik, ivartalan szaporodásukat tekintve, a *Spondylomorum, Chlorogonium* és *Chlorangium* közvetítésével a Characiumfélékkel, a *Chlamydomonas* és *Chlamydococcus* nemek révén pedig a Palmellafélékkel állanak szoros kapcsolatban: addig, különösen telepük képződését tekintve, a rajzókkal szaporodó alsóbb moszatoknak *(Zoosporeae)* még egy másik csoportjával, a Hydrodictyum-, vagy Pediastrumfélékkel is legbensőbb rokonságot árulnak el, melyektől lényegesen csak abban térnek el, hogy ez utóbbiaknak rajzói, melyek szintén az anyasejt protoplazmatestének burkon belül való ismétlődő oszlása útján fejlődnek, miután rövid ideig családonkint együtt rajzottak, elvesztik ostoraikat, s különböző módon csoportosulva, mozdulatlan telepekké változnak.

A tiszta levélzöldet, vagy ennek bőrszínű módo-

cus nemektől, valamint a telepekben együtt rajzó, de a valódi Volvoxféléktől rajzóiknak szerkezete, telepüknek összetétele, valamint szaporodásuk által különböző *Uroglena, Syncrypta* és *Synura* nemeket elválasztani.

[1] PERTY, Zur Kenntniss etc. — COHN, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte mikroskopischer Algen und Pilze. Nova Acta Acad. C. L. C. XXIV. (1853). U. a.: Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocinen. ZWZ. IV. 1852. — FRESENIUS, Ueber die Algengattung Pandorina, Gonium und Rhaphidium. Abh. d. Senckenberg. naturf. Ges. II. 1856. V. ö. STEIN, Der Organ. III. 135. — PRINGSHEIM l. a. — SACHS, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. (1874) 258.

[2] Die Entwickelungsgeschichte der Gattung Volvox. Festschrift. Breslau. 1875. 15.

[1] Die Infusionsthiere etc. 47.

[2] On Fecundation on two Volvoces and theis Specific Differences. Annales of Natur. Hist. IV. Ser. Vol. III. 1859. V. ö. STEIN, Der Org. III. 134.

[3] Der Org. III. 117.

[4] Volvox Globator. Transact. of the Liter. and Philosoph. Society of Manchester Vol. IX. És: Further Elucidations of the Structure of Volvox Globator. U. o. 45. 46. V. ö. STEIN, Der Org. III. 117.

[5] Some Observations on the Structure and Developement of Volvox Globator and its relations to other unicellular Plants. Quart. Journ. of Microscop. Science, New. Ser. Vol. I. 1853. V. ö. STEIN, Der Org. III. 117.

sulatát (Diatomin) tartalmazó Flagellátok egy részének szaporodásáról ez idő szerint igen keveset, vagy épen semmit sem tudunk.

A volvoxszerű telepeket képező s egymással igen közel rokon *Uroglena Volvox, Syncrypta Volvox, Synura Uvella*, — mely utóbbi nemmel az EHRENBERG-től *Uvella virescens* név alatt leírt s újabban BÜTSCHLI-től tanulmányozott[1] Flagellát-telep mindenesetre egyesítendő, — valószínüleg valamennyien képesek a közös kocsonyás telepburokba zárt (*Uroglena, Syncrypta*) vagy e nélkül a telep középpontján, farkuk végével egyesült (*Synura*) rajzóknak hosszirányban való oszlása útján szaporodni. Ily hosszirányú oszlást észlelt legalább BÜTSCHLI az *Uvella* (helyesebben *Synura*) *virescensnél*,[2] STEIN pedig a *Synura Uvellánál*,[3] minek következtében a telepbe egyesült rajzók számban, a telepek maguk pedig nagyságukban növekednek. A telepek képződése nyilván egyetlen rajzóból indul ki, mely hosszában való oszlástól egyre szaporodó utódaival együtt maradva, képezi a volvoxszerű telepet. Az igen nagyszámú egyénekből álló telepek azonban a kettéoszlástól maguk is szaporodhatnak; STEIN legalább a *Synura Uvellának* igen felszaporodott egyénekből álló telepeit látta kolbászszerűleg megnyúlni s azután két egyenlő nagyságú gömbölyű telepre szétoszlani.[4] Ugyancsak STEIN vizsgálatai szerint a *Synura Uvella* telepei előbb-utóbb szétesnek az egyes rajzókra, melyek egyenkint tovább rajzanak, nagyobbodnak s felületükön a telepbe egyesülteknél is előforduló, de rövidebb, merev serték, hosszú, hajlott tüskékké nőnek ki, mely alakban azon Flagellátnak felelnek meg, melyet PERTY önálló alaknak tartva, *Mallomonas Plocslii* néven írt le,[5] s mely végre nyugalmi állapotba megy át s betokozza magát. BÜTSCHLI az általa tanulmányozott *Uvella virescens* telepének egyéneinél, melyek a *Synura Uvelláéitól* csupán serte nélküli, síma felületükkel különböznek, szintén észlelt betokozódást, csakhogy ezen alaknál a betokozódó rajzók a teleptestet nem hagyják el, hanem, úgy látszik, csak betokozódásuk után hullanak ki.

Látható ezekből, hogy ezen volvoxszerű telepeket képező Flagellátok, szaporodásukat tekintve, a valódi Volvoxféléktől lényegesen különböznek s ez utóbbiaktól STEIN bizonyára jogosan választotta el. — A Chrysomonasfélék családjának, melybe STEIN az épen tárgyalt Flagellátokat beosztotta, számos egyenkint élő képviselői (*Coelomonas*, *Raphidomonas, Microglena*, *Chrysomonas*, *Hymenomonas, Stylochrysalis, Chrysopyxis*), melyek, a mennyiben STEIN vizsgálatai után ismeretes, szintén hosszirányú oszlással szaporodnak;[1] egyesek közülök, nyilván szaporodásra készülve, mint a Palmellafélék messze elálló, kocsonyás burokkal veszik magukat körül; ez áll nevezetesen a *Coelomonasról* s valószínüleg a *Chrysomonas flavicansról.*

A STEIN Chrysomonasféléivel közel rokon Dinobryonfélék, melyek igen csinos, finom, átlátszó, megnyúlt kehelyalakú hüvelyeket laknak s vagy csoportosan vannak alámerült tárgyakra, többnyire moszatokra telepedve, mint az *Epipyxis Utriculus*, vagy pedig egymásba dugdosott hüvelyeikkel szabadon lebegő bokorszerű telepeket képeznek, mint a *Dinobryon Sertularia* és *D. stipitatum*, szintén hosszirányú, vagy ferde hosszirányú oszlással szaporodnak;[2] a *Dinobryon Sertulariánál* STEIN[3] és BÜTSCHLI[4] betokozódást is észlelt. Az utóbbi búvár szerint a Dinobryon tokját kettős: t. i. meglehetős vastag, külső elálló s a testet közvetetlenül megfekvő belső burok határolja.

A rajzás ideje alatt való oszlás ismeretes még végre a Cryptomonasféléknél,[5] melyeknek egyik képviselőjénél, a *Cryptomonas ovatánál*, mint fentebb már említők, CIENKOWSKI Gloeococcus-alakban való szaporodást is észlelt. — Az oszlás minden eddig ismert esetben az ostorvéget az ellenkező testvéggel összekötő tengely irányában megy végbe; mivel pedig ezen tengely rendesen összeesik a Flagellát hossztengelyével, az oszlás legtöbbször hosszirányú; ha ellenben az ostor- és ostorelleni véget összekötő tengely, mint pl. a STEIN-től felfedezett *Nephroselmis olivaceánál*,[6] a Flagellátnak haránt tengelyével esik össze, ebben az esetben az oszlás, — annak megfelelőleg, hogy a Flagellát testét mindig az ostorvégből kiindulólag felezi, — harántirányú. Az oszlást, úgy látszik, mindig megelőzi az új ostoroknak kifejlődése,

[1] Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten. ZWZ. XXX. (1878) 263.
[2] Id. ért. 265.
[3] Der Org. III. Taf. XIV.
[4] Der Org. III. Taf. XIV.
[5] STEIN, id. mű 151.

[1] STEIN, Der Org. III. Taf. XII—XIV.
[2] STEIN, Der Org. III. Taf. XII.
[3] Id. m.
[4] Id. ért. 235.
[5] STEIN, Der Org. III. Taf. XIX. BÜTSCHLI, id. ért. 246.
[6] Der Org. III. Taf. XIX.

minek következtében az oszlásra készülő, rendesen elszélesedett testű Flagellátnak egy ideig számfeletti ostora van.

Az előadott ivartalan, vegetativ szaporodáson kívül a levélzöldet tartalmazó Flagellátoknál, mint a moszatoknál, melyekkel szakadatlan lánczolattal vannak összefűzve, ivaros szaporodást is észleltek, melynek kiváló általános érdeket kölcsönöz azon körülmény, hogy az ivaros szaporodásnak legegyszerűbb alakját, mintegy kiindulását képezi. Az állatok és növények termékenyítésénél az egymással egészen, vagy részben egygyéolvadó két ivarsejt, mely többnyire bonyolódott szerkezetű külön szervekben képződik, egymástól alak, nagyság, szervezet tekintetében lényegesen különbözik; az egyik ivarsejt, a termékenyítendő petesejt, jelentékeny nagyságú, helyét rendesen nem változtatja, a másik, a termékenyítő ondósejt (Spermatozoid, Antherozoid) ellenben csaknem kivétel nélkül aránylag parányi termetű, gyors helyváltoztatásra alkalmas, s ez az, mely termékenyítéskor az előbbit felkeresi; ez áll legalább az állatokról és számos Kryptogamról, míg a Phanerogamok, melyek itt közelebbről nem érdekelnek, hím sejtjüket tekintve, az előbbiektől lényegesen eltérnek. — A Flagellátok termékenyítésénél legegyszerűbb esetben, mint számos alsóbb moszat- és gombánál s mint a *Rhizopodok-* és *Gregarináknak* még igen rejtélyes jelentőségű egybekelésénél s egygyéolvadásánál, az egybekelő egysejtű egyének között semmiféle különbség sem mutatható ki, sem pedig az ivaros szaporodásra való egyének az ivartalan módon szaporodóktól alak, nagyság s szervezet tekintetében nem térnek el; másoknál ellenben az ivaros szaporodásra való nemzedék az ivartalan módon szaporodóktól kisebb termetével s gyakran ostoraik számával is különbözik, vagy pedig kisebb rajzók nagyobbakkal kelnek egybe s az egybekelő párok közötti különbségek végre annyira fokozódhatnak, hogy mint az állatok- s magasabb Kryptogamoknál, jogosan lehet szó pete- és termékenyítő sejtről, még pedig amaz nagy, mozdulatlan, ez utóbbi pedig törpe s fürgén mozgó sejt.

A mennyiben a Flagellátok ivaros szaporodása jelenleg ismeretes, tudjuk, hogy az egygyéolvadt rajzók, vagy a megtermékenyített petesejtek, mint a moszatok s gombák ú. n. zygosporái és oospórái betokozzák magukat s csak hosszabb idei pihenés után (a legtöbb, vagy talán minden esetben csak miután beszáradás után ismét víz alá kerültek) ébrednek tevékeny életre, hogy több nemzedéken át ivartalan módon szaporodó utódoknak szolgáljanak kiindulásul. E szerint a Flagellátoknál bizonyos tekintetben nemzedékváltozásról lehet szó; csakhogy az ivartalan és ivaros módon szaporodó nemzedékek közötti különbségek gyakran minimalisak, vagy egészen hiányzanak. Az egygyéolvadásnak, vagy termékenyítésnek élettani jelentősége pedig, felfogásom szerint, abban látszik állani, hogy az ivartalan úton szaporodó nemzedékektől kimerített szaporodási képességet, szaporodási erélyt két sejt előállományának legbensőbb keveredése megújítsa.

Ha tekintetbe veszszük, hogy azon Flagellátoknak számát, melyek ivaros úton is szaporodnak, újabb felfedezések egyre gyarapítják; ha tekintetbe veszszük továbbá, hogy az újabb vizsgálatok egyre szilárdabb alapokra fektetik a legalsóbb lények ivaros szaporodásának tanát: alig fogunk tévedni, ha felteszszük, hogy ivaros szaporodás azon Flagellátoknál is előfordul, melyeknél azt ez idő szerint még nem ismerjük. Ha továbbá ezen álláspontról visszapillantunk azon töredékesen ismert s igen különböző jelentőségüeknek tartott adatokra, melyek a Gregarináknak s gyökérlábúaknak egybekelésére s egygyéolvadására vonatkoznak, alig fogunk azon feltevés jogosultságában kételkedhetni, hogy az egybekelés, vagy egygyéolvadás alatt ezeknél is a termékenyítés egy neme megy véghez.

Az első, kevéssé ismert adat, mely egy Flagellátnak egybekelésére vonatkozik, CARTER-től származik, ki már 1856-ban leírta az *Euglena viridis* egybekelését;[1] szerinte az egybekelés csak ideiglenes egyesülésből áll s feladata nagyszámú peték fejlesztésében állana; petéknek tartotta ugyanis CARTER, EHRENBERG-et követve, az Euglenák paramylontestecskéit.

CARTER-nek az Euglena egybekelésére vonatkozó feljegyzésével egyidejűleg ismertette COHN először a német orvosok és természetvizsgálóknak 1856-ban Bécsben tartott vándorgyűlésén, majd a párisi akadémiával nagyfontosságú s méltán általános érdeket keltett észleleteit a *Volvox Globator* ivaros szaporodásáról.[2] A Volvoxéval lényegében megegyező ivaros

[1] Annal of Nat. Hist. II. Ser. Vol. XVIII. p. 229. 246. V. ö. STEIN, Der Org. III. 146.

[2] Ueber die Organisation und Entwickelung des Volvox Globator. Amtl. Bericht über die 32. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Wien. — Observations sur les Volvocinées et specialement sur l'organisation et la propagation du Volvox Globator. CR. (1856) Tome 43. U. a. Annales des sc. nat. Bot. IV. Sér. Tome V. 1856. U. a. Jahres-

szaporodást írt le, habár csak töredékes adatok alapján 1858-ban CARTER a Bombay melletti sekély pocsolyákban észlelt *Eudorina elegansról.*[1] Mielőtt azonban ezen Volvoxfélék bonyolódottabb ivaros szaporodási menetét előadnám, czélszerűnek találom az egyszerűbb viszonyok tárgyalását, nevezetesen a *Pandorina Morumnak* s nehány más Flagellátnak ivaros szaporodását előrebocsátani.

A *Pandorina Morumnál*, mint ezt PRINGSHEIM fontos vizsgálatai után tudjuk,[2] miután a fentebb leírt módon több nemzedék ivartalan úton szaporodott, szétbomlanak az egyes telepek s a telep burkát elhagyó sejtek kiszabadulva, élénk rajzásnak indulnak; majd felkeresik egymást a rajzók, hogy kettenkint egybekeljenek s nehány percz alatt teljesen egygyéolvadjanak. Az egygyéolvadás mindig a színtelen ostorvégből indul ki s az egygyéolvadó egyének majd egyenlő, majd különböző nagyságuak. Az egyes rajzóikra széteső telepek legfeljebb abban térnek el az ivartalan módon szaporodóktól, hogy gyakoriak közöttök a 16-nál kevesebb sejtből állók. A két rajzó egygyéolvadásától keletkező zygospóra elgömbölyödvén, betokozza magát, pihenési időszaka alatt jelentékenyen növekedik s zöld színe téglavörössé változik. Ezen gömbök, kiszáradás után ismét víz alá kerülve, 24 óra alatt ismét megzöldülnek s tartalmuk vagy egészben, vagy 2—3 részre oszolva, burok nélküli nagy chlamydomonasszerű rajzó alakjában hagyja el a tokot. Az új nemzedék egyénei rajzás közben kocsonyás burkot választanak ki s gyorsan ismétlődő oszlások útján ismét 16 együttmaradó rajzókból összetett telepekké változnak, melyek több nemzedéken keresztül ismét ivartalan módon tenyésznek.

Rövid idő múlva PRINGSHEIM-nek a Pandorina ivaros szaporodására vonatkozó ezen felfedezése után VELTEN a *Chlamydococcus pluvialisnál*, ROSTAFINSKI pedig a *Chlamydomonas multifilisnél* észlelt egybekelési folyamatot.

VELTEN vizsgálatai szerint[3] az egybekelő Chlamydococcusok nem ostorvégükkel, hanem épen ellenkezőleg, hátsó végükkel ragadnak egymáshoz. A két egyenlő nagyságú rajzó közül az egyik, melyet VELTEN *nőstény* rajzónak nevez, többnyire burok nélküli s két ostorát többnyire, de szintén nem mindig, csakhamar visszahúzza; a másik, a *hím* rajzó, ellenben mindig elálló burokkal környezett s ostorait az előbbibe való beolvadása befejeztéig megtartja. Az egybekelés, mint a Pandorinánál, úgy a Chlamydococcusnál is teljes egygyéolvadással végződik, csakhogy a hím rajzó az, melynek protoplazmateste a nőstény rajzónak hátsó testvégét átfúrva, ennek plasmatestébe belehúzódik s mintegy beleolvad. Vajjon az ily módon képződött zygospóra betokozza-e magát, s pihenő állapotba megy-e át, — a mi analogiákra támaszkodva igen valószínűnek látszik, — erre nézve VELTEN vizsgálatai nem nyujtanak felvilágosítást. — Különben annak lehetősége sem zárható ki, hogy, mint ROSTAFINSKI valószínűnek tartja,[1] az épen tárgyalt folyamat voltaképen nem is egybekelésnek felel meg, hanem oly módon magyarázandó, hogy VELTEN nőstény rajzója valamely ragadozó Monadinának felel meg, mely a Chlamydococcusnak (VELTEN hím rajzójának) tartalmát, — mint a CIENKOWSKI-től leírt Colpodella pugnax[2] a Chlamydomonasokét, — kiüríti. Másrészt azonban azt is ki kell emelnünk, hogy STEIN-nek a Chlamydomonasokon tett, alább közlendő, észleletei VELTEN megfigyelésének helyességét támogatni látszanak.

Sokkal fontosabbak azon adatok, melyeket ROSTAFINSKI egy 4 ostorral bíró Chlamydomonasféléről, a *Chlamydomonas* (helyesebben *Tetroselmis*) *multifilisről* közöl.[3] Ezen Flagellátnak ivartalan szaporodásánál az anyasejt rendesen 4, ritkábban csupán 2 fiókrajzóra oszlik; az ivaros szaporodásnál ellenben mindegyik anyasejt ismétlődő kettéoszlás útján 8 apró rajzót (mikrogonidiumot, mikrozoospórát) hoz létre, melyek az ivartalan nemzedékek rajzóitól kisebb termetükön kívül, főleg mellső testvégüknek nagy, színtelen területével különböznek. Ezen mikrogonidiumok, úgy mint a Pandorina rajzói, színtelen testvégükből kiindulóan kettesével egyéolvadnak, elgömbölyüdnek, ostoraikat elvesztve betokozzák magukat, s átlátszatlan gömbökké növekednek. A kiszárítás után

ber. der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. 1856. V. ö. STEIN, Der Org. III. p. 128.

[1] On Fecundation in Eudorina elegans and Cryptoglena. Annals of Natur. Hist. III. Ser. Vol. II. 1858. V. ö. STEIN, Der Org. III. 137.

[2] Ueber die Paarung der Schwärmsporen. Monatsber. d. Berl. Akad. 1869. V. ö. kritikai ismertetését DE BARY-tól. Bot. Ztg. 1870. No 6, továbbá PRINGSHEIM-nak erre adott válaszát. Bot. Ztg. 1870. No 17. V. ö. továbbá: SACHS, Lehrb. d. Botanik IV. Aufl. (1874) 258.

[3] Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. Bot. Ztg. 1871. No 23. 383.

[1] Al. id. ért.

[2] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 214.

[3] Ueber Paarung von Schwärmsporen. Bot. Ztg. (1871) No 46. 785.

ismét vízbe került zygospórák csakhamar oszlásnak indulnak; a fióksejtek azonban nem rajzanak ki azonnal, hanem oszlás által tovább szaporodva, előbb gloeococcus-, vagy pleurococcusszerű telepeket képeznek, melyeket csak később hagy el az ivartalan úton szaporodó, nagy rajzókból álló nemzedék.

Stein még két más Chlamydomonasfélénél s az *Euglena viridisnél* észlelte az egybekelést. Az utóbbinál az egybekelt párokat csupán hátsó végüktől testük közepeig látta összenőni, de legkevésbbé sem kételkedik azon, hogy az egybekelés a két egyénnek teljes egybeolvadásával végződik, s hogy végre a két mag is egyesül, s ebben látja a termékenyítésnek tulajdonképi actusát.[1] A *Chlamydomonas Pulvisculusnál* a két többnyire egyenlő nagyságú rajzó szintén testének hátsó végéből kiindulóan nő össze, s befejezésül a két mag is egygyéolvad.[2] Egy másik Chlamydomonasfélénél ellenben, mely valószínűleg a *Chlamydomonas monadinának* felel meg, két különböző nagyságú egyén olvad egygyé; a jóval nagyobb egyén ostorait elveszti s mellső testvégére, szintén ostorvégével, egy sokkal kisebb rajzó oltja magát rá, hogy testállományát, mint Velten szerint a Chlamydococcus hími egyéne, a nagyobb pihenő sejtbe ömleszsze.[3]

Egyelőre mellőzni akarom itt Stein-nek más búvárok észleleteitől oly lényegesen eltérő tanát a Flagellátok egygyéolvadását követő embrio-képződésről s áttérek a *Volvox*-nem ivaros szaporodásának tárgyalására.

A Volvoxok ivaros szaporodásának ismeretét, mint már említettük, kiválólag a nagyérdemű Cohn-nak köszönjük;[4] Carter-nek,[5] valamint Stein-nek[6] vizsgálatai jó részt csak megerősítik a Cohn-tól kifürkészett adatoknak helyességét s azokat lényegesen nem bővítik s nem módosítják.

A Volvoxok ivaros nemzedéke több ivartalan nemzedék után jelen meg. Hím és női szaporodási sejtek vagy ugyanazon telepben képződnek, — az ily Volvoxgömbök tehát egylakiak, mint a *Volvox Globator*, — vagy pedig külön telepekben képződnek a hím és női szaporodási sejtek, — ezen Volvoxok tehát, melyekhez a *V. minor* és *V. Carteri* tartozik, kétlakiak.

A női sejtek, melyeket Cohn *gynogonidiumoknak*, Stein pedig *női egyéneknek* nevez, kezdetben semmiben sem térnek el a parthenogonidiumoktól; mindemellett azonban az ivaros telepek már többnyire igen fiatal korban megkülönböztethetők az ivartalan telepektől, lévén a meddő sejteknél nagyobb szaporodási sejtjeik többnyire sokkal számosabbak, mint a parthenogonidiumok; így a *V. Globator* gynogonidiumainak száma 20—40, a *V. Carterinél* 30—50, csak a *V. minornál* fejlődik csupán 8. A gynogonidiumok gyorsan növekednek s minthogy főleg levélzöldjük szaporodik, az idősebbek sötétzöld színűek; plasmájuk, mely kezdetben számos üröcske miatt habos, csakhamar egészen tömörré lesz; kocsonyás burkuk a sejt növekedtével a Volvoxgömb belső ürébe szökell s lassankint az egész gynogonidium lombikalakú lesz, a mennyiben a közös telepburokkal összefüggő külső része mintegy nyakat képez, a gömb üre felé tekintő része pedig hasasan felduzzad. Midőn a gynogonidiumok mintegy 50 μ. nagyságra növekedtek a lombikalakú burkokon belül, melyet Cohn *oogoniumnak* nevez, elgömbölyüdnek s termékenyítésre kész *petesejtet* (Oosphære, Befruchtungskugel, Eizelle, Cohn) képviselnek.

A hím sejtek, vagy mint Cohn nevezi, az *androgonidiumok*, még inkább hasonlítanak kezdetben a parthenogonidiumokhoz, a mennyiben, ha a meddő sejteknek mintegy háromszoros nagyságát elérték, s hólyagszerűleg a teleptest belsejébe duzzadtak, mint a parthenogonidiumok, oszlásnak indulnak. Levélzöldjük szaporodása azonban nem tart lépést növekedésükkel s ennek következtében halványzöld színük miatt könnyen megkülönböztethetők. A közös telepburokkal összefüggő lombikalakú, saját burkukon belül oszlásnak induló androgonidiumok nem változnak morulaszerű gömbökké, mint a parthenogonidiumokból fejlődött fióktelepek, hanem, mivel a gyorsan egymásra következő oszlások egy síkban mennek véghez, igen nagyszámú hengeres, vagy orsóalakú apró sejtekből összetett kerek, korongszerű telepek képződnek.

Az androgonidiumok s a belőlük fejlődő hím telepek száma az egylaki *Volvox Globatornál* ritkán több 5-nél, míg a kétlaki *V. minor** és *V. Carteri-*

[1] Der Org. III, 146. Taf. XXI. Fig. 10—11.
[2] Id. mű 130.
[3] Id. mű. Taf. XV. Fig. 40—43.
[4] V. ö. id. ért. főleg: Die Entwickelungsgeschichte der Gattung Volvox. Festschrift. Breslau. 1875.
[5] On the two Volvoces and their specific differences. Annals of. natur. history. 3 ser. 3 1859. V. ö. Cohn és Stein.
[6] Der Org. III.

* A V. minornál Cohn szerint kivételképen egylaki telepek is előfordulnak (Id. ért. 24.)

nek hímeket létrehozó telepeiben mintegy 100-ra tehető az androgonidiumok száma. A *V. minornak* androgonidiumokat s korongalakú hím telepeket létrehozó családgömbjeit már EHRENBERG is ismerte s mint külön fajt *Sphaerosira Volvox* név alatt írta le.

A korongalakú hím telepekké változott androgonidiumok mintegy 64—128 apró, csupán 35—44 μ-nyi hengeres sárgás, vagy halványzöld sejtből vannak összetéve, melyeknek elhegyesedő mellső végük két hosszú, fonalas ostort visel. Ezen apró rajzókból álló hím telepek, melyeknek egyéneit COHN *spermatozoidoknak,* STEIN *hím egyéneknek* nevezi, miután teljes fejlettségüket elérték, lombikalakú burkukon belül elkezdenek hömpölyögni, keringeni. Miután ezen mozgás egy ideig tartott, egyszerre megszünik s a telep szétesik alkotó elemeire, az apró hím rajzókra, melyek burkukat, miután azon belül egy ideig igen élénken hemzsegtek, elhagyják s az anya-Volvoxtelep belső ürében szerterajzanak. — Ez áll legalább az egylaki *V. Globatorról,* míg a kétlaki Volvoxoknál a hím rajzókból álló telepek STEIN szerint közös telepbe egyesülve hagyják el anyatelepüket, hogy petesejteket tartalmazó női telepeket keressenek fel.

A közös telep kötelékéből kiszabadult hím rajzók, vagy spermatozoidok teste megnyúlt; egyik vége bunkósan duzzadt, sárgás, vagy halványzöldes, míg az ellenkező, mely a két ostort s a kiszökellő halványpiros szemfoltot viseli, STEIN szerint pedig még egy igen kicsiny magot is tartalmaz, hosszú színtelen nyakba folytatódik, mely, mint bizonyos csillószőrös ázalékállatkáknak pl. az Amphileptusoknak orrmánya, vagy a Lacrymariák hattyúnyaka, meglepően mozgékony s összhúzódó.

Ezen apró hím rajzók összegyűlnek a kifejlődött petesejtet rejtő oogoniumok körül s a legélénkebb s tolakodóbb mozgásokkal igyekeznek magukat az oogoniumok burkán keresztül befúrni. Hogy ez végre sikerül is, ezt bizonyítani látszik az, hogy COHN az oogoniumok burkán belül, közvetetlen a petesejtek felületén is talált parányi hím rajzókat; különben nagyobb valószínűsége van STEIN azon gyanításának,[1] hogy a hím rajzók befúródása a lombikalakú oogoniumnak nem bármely pontján, hanem nyakán át történik, mely a közös telepburok felületén valószínűleg nyilással van ellátva.

Bármely úton történjék is azonban a hím rajzók behatolása, annyi bizonyos, hogy közvetetlenül a petesejtekhez jutnak, melyeknek felületén COHN vizsgálatai szerint a hím rajzócskák testükkel megtapadnak, míg nyakuk még hosszasan higyódzik s mintegy kalapáló mozdulatokat végez. Abban sem lehet továbbá legkevésbbé is kételkedni, — habár közvetetlenül nem is sikerült megfigyelni, — hogy egy vagy több hím rajzó a petesejttel végre összeolvad s azt megtermékenyíti.

[1] Id. mű 133.

A pete megtermékenyítés után *oosporává* változik. A burok nélküli gömb felületén kettős burok válik ki, melyek közül a külsőn *(Epispor)* a *V. Globatornál* hosszú, hegyes tüskék nőnek ki, minek következtében az egész spóra buzogányalakú lesz; a *V. minornál* ellenben sima marad az Epispor, a *V. Carterinél* pedig hullámzatos felületű. A spóra plasmája lassankint elveszti zöld színét s a *V. Globatornál* téglavörössé, a *V. minornál* sárgává változik.

Kifejlődött oosporákat tartalmazó Volvoxtelepeket már EHRENBERG is észlelt, csakhogy külön fajoknak tartotta, s a buzogányalakú spórákat rejtő *V. Globatort, V. stellatus,* a gömbölyű és síma felületű sporákat tartalmazó *V. minort* pedig *V. aureus* név alatt írta le.

Az érett oosporákat tartalmazó Volvox-telepek elpusztulnak, a spórák a víz fenekére hullanak s kétségkívül csak hosszabb pihenés, valószínűleg kiszáradás után indulnak ismét fejlődésnek. Hogy mily módon fejlődnek azonban ki a Volvox-telepek az oosporákból, a legújabb időig ismeretlen volt. CIENKOWSKI-nak orosz nyelven közölt s COHN-tól közelebbről nem idézett értekezéséből az látszik, hogy a spórák tartalma 8, később kirajzó gömbre oszlik.[1] — HENNEGEY szerint, kinek újabb időben sikerült a *Volvox minor* (V. Dioicus Cohn) oosporákból való fejlődését megfigyelnie,[2] az oosporák fejlődésére a kiszáradás nem szükséges. A pihenés után fejlődésnek induló spórák külső burka (Exosporium) megreped s a felduzzadt belső burok (Endosporium) a képződött repedésen át tartalmával együtt kiszabadul. A narancsszínű spóratartalom szabályos barázdolódás útján, miközben színe barnává, majd zölddé változik, szabályos blastosphaerává változik, melynek belsejében a parthenogonidiumokat már meg lehet különböztetni. A baráz-

[1] COHN, id. ért. 22.

[2] Generation of the spores of Volvox dioicus. Ann. of. Nat. Hist. Vol. 3. 1878. V. ö. Zoolog. Jahresbericht. (1880) I. Hälfte. 171.

dálódás befejeztével a felduzzadt belső spóraburok elenyészik, mindegyik sejt két ostort nyer s a fiatal Volvox-telep rajzásnak indul.

CARTER még egy más Volvocineánál, az *Eudorina elegansnál* is felfedezte, de fájdalom csak töredékesen észlelhette az ivaros szaporodást.[1]

Az *Eudorina* ivaros telepei a közönséges 32-es telepektől azonnal megkülönböztethetők az által, hogy telepük burka nem gömbölyű, hanem tojásdad, hátsó végén sekély kiöblösödéssel. Az ivaros telep 32 sejtje közül, — melyek az ivartalan telepek egyéneitől semmiben sem különböznek s ostoraikkal a telepet mozgásban tartják, — a 4 legmellsőbb sajátságosan átváltozik. Zöld plasmatestök, a nélkül, hogy megnagyobbodnék, hátsó végük egy pontjából kiindulólag mellfelé sugaras irányban szorosan egymás mellett álló részre oszlik, melyek a sejtnek hátsó felét foglalják el s melyekből össze-vissza hullámzó ostorok indulnak ki, míg a sejt mellső felének plasmája csaknem egészen elhasználtatik, piros szemfoltja azonban s egy ideig még működésben levő két ostora megmarad. Végre megpukkan az anyasejt burka s a leírt módon képződött apró rajzók az Eudorina-telep belsejében szerterajzanak. Ezen apró rajzók hosszúfarkú orsóalakú testecskék, két végük színtelen, mellső testvégök két ostort s igen kicsiny piros szemfoltot visel; alakjukat megrövidülés, megnyúlás s különböző irányban való hajlítás által folytonosan változtatják.

E közben az ivaros telep többi 28 sejtje csak annyiban változik, hogy tartalmuk sötétebb zölddé vált s hogy egy keményítőmag helyett gyakran 2—4-et tartalmaznak; e mellett azonban ostoraik még mindig működésben vannak s a telepet ide-oda hömpölygetik. — Alig kétséges, hogy ez utóbbiak a női egyének, vagy petesejtek, míg az előbbiek a hím rajzócskák, vagyis spermatozoidok, melyek a petesejtek körül sürgölődnek, majd megtapadnak rajtuk s szemlátomást azon erőlködnek, hogy beléjük hatoljanak. — A behatolást, vagy a hím rajzónak a petesejtbe való beleolvadását azonban nem sikerült CARTER-nek megfigyelnie; ép oly kevéssé tudja CARTER megmondani, hogy mi lesz a termékenyített petékből. Hogy a termékenyített sejtek, mint CARTER gyanítja, szétrajzanak, ezt méltán tartja STEIN valótlanszínűnek; ellenben a Volvoxok ivaros szaporodásának ismeretére támaszkodva, STEIN-nel a legvalószínűbbnek kell azt tartanunk, hogy a termékenyített peték pihenő oospórákká változnak, s ezt annál jogosabban tehetjük fel, minthogy COHN az *Eudorina elegansnál* vörös plasmájú pihenő spórákat, melyek a teleptest burkának elenyészése után szétszórodtak, tényleg észlelt.

Szem előtt tartva azokat, miket a zöld Flagellátok ivaros szaporodásáról eddigelé ismerünk, egészen jogosultnak látszik azon már fentebb hangoztatott feltevés, hogy a további búvárlatok az ivaros szaporodás létét azon Flagellátoknál is ki fogják mutatni, melyeknél ez idő szerint még nem ismerjük. Igen valószínűnek látszik nevezetesen az, hogy a különböző Flagellátoknál észlelt *aprórajzók (Mikrogonidiumok)* úgy, mint a *Chlamydomonas (Tetraselmis) multifilisnél*, az ivaros nemzedéket képviselik, s hogy rendeltetésük az, hogy párosával egygyéolvadjanak; vagy pedig, mint a Volvox nemnél s az Eudorinánál, arra hivatvák, hogy mint törpe hímek, termékenyítő sejtek, vagy spermatozoidok, petesejtek értékével bíró nagyobb sejtekbe beleolvadjanak, azaz ezeket megtermékenyitsék. — A *Chlorogonium euchlorum* mikrogonidiumainak egybekelését STEIN csakugyan meg is figyelte.[1]

Az egygyé-, vagy beleolvadási, illetőleg termékenyítési folyamat, a mennyiben a Flagellátoknál ismerjük, mindig keményhéjú, zygospórák vagy oospórák fejlődésére vezet, melyekből hosszabb pihenés, többnyire kiszáradás és ismét víz alá kerülés után rajzik ki egyetlen, vagy több fiók-Flagellát, melyek a magánosan élő alakoknál közvetetlenűl elődeikhez hasonlítanak, a telepeket képzőknél pedig — miként a Pandorina teljesen ismert fejlődésmenete mutatja — a rövid rajzás után változnak át oszlási sarjaiknak együttmaradása útján rajzótelepekké. — Mindezekben tökéletesen megegyeznek a zöld Flagellátok a velök bizonyára legközelebbi rokonságban álló zygospórák, illetőleg oosporákkal szaporodó fonálmoszatokkal. Legyen e helyen elég erre nézve CRAMER-nek[2] valamint DODEL-PORT-nak[3] az Ulothrix zonata,

[1] On the Fecundation in Eudorina elegans and Cryptoglena. Annales of Natur. Hist. III. ser. 2. 1859. V. ö. STEIN, Der Org. III. 139.

[1] Der Org. III. Taf. XVIII. Fig. 26—29.

[2] Ueber Entstehung und Paarung der Schwärmsporen von Ulothrix. Bot. Ztg. 1871. No 5. p. 76., és No 6. p. 89.

[3] Ulothrix zonata. Ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. f. wiss. Bot. X. Bd. (1876) 417. És: An der unteren Grenze des pflanzlichen Geschlechtslebens. Kosmos. I. Jahrg. (1877) 219.

Pringsheim-nek,[1] továbbá Jurányi-nak[2] az Oedogoniumok ivaros szaporodására vonatkozó vizsgálataira utalnom. Amott, az Ulothrixnél, két egyforma mikrozoospórának egygyéolvadásából fejlődött zygospórából egy idei pihenés után 2, 3, 4—10—16 részre való oszlás útján ugyanannyi makrozoospóra képződik, melyek rövid rajzás után letelepednek s Ulothrix-fonállá fejlődnek; emitt, az Oedogoniumoknál, a törpe hím növénykékben fejlődő hím rajzócskáktól (spermatozoidok) megtermékenyített nagy sötétzöld petesejtből fejlődő oospórát, a pihenési időszak befejeztével 4 rajzó hagyja el, melyek pihenésre jutva, egy-egy Oedogonium-fonállá fejlődnek.

Szükségesnek tartottam ezt előrebocsátani, mielőtt Stein-nek a Flagellátok ivaros szaporodására vonatkozó s minden más búvárétól eltérő felfogására áttérnék. Stein, mint már fentebb alkalmam volt előadni, a zöld Flagellátoknak a moszatokkal való rokonságát nem akarja elismerni, hanem azokat valódi állatoknak tartja, melyeknek legfőbb állati bélyegét a mag és lüktető üröcskék létében keresi.[3] Azok után, a miket fentebb a rajzóspórák, moszatok, gombák, s Flagellátok közötti viszony tárgyalásánál előadtam, felesleges volna Stein felfogásának czáfolásába újolag bocsátkoznom, azért csak annyit akarok e helyen ismételni, hogy mag és lüktető üröcskék mai nap már több moszat rajzóspóráinál is ismeretesek; e szerint tehát a rajzóspórák és Flagellátok között szervezeti különbségek egyáltalában nincsenek.

Ha nem is ismernők Pringsheim vizsgálatai után a *Pandorina Morumnak,* Rostafinski nyomán pedig a *Chlamydomonas (Tetraselmis) multifilisnek* ivaros szaporodását az egybekelés kezdetétől egészen a zygospórából kirajzó nemzedékig; mégis, tekintetbe véve azt, a mit a közel rokon moszatoknak ivaros szaporodásáról ez idő szerint tudunk, jogosan tehetnők fel már a priori, hogy a zöld Flagellátoknak ivaros szaporodása ez utóbbiakétól lényegesen nem fog eltérni, — s Pringsheim és Rostafinski vizsgálatai ezen jogos feltevést csakugyan teljes mértékben megerősítik.

Stein valamint a Flagellátok és rajzóspórák között szervezeti különbségeket tesz fel, — melyek azonban, mint láttuk, tényleg nincsenek —: úgy fundamentalis különbségeket vél a moszatok s zöld Flagellátok ivaros szaporodása között is, mely abban áll, hogy a Flagellátoknál, úgy mint a csillószőrös ázalékállatkáknál, — melyeknek úgynevezett «acinetaszerű embrióit» Stein még mindig valódi embróknak tekinti, — az egybekelés után a magból fejlődik ki az ivaros úton létrejött nemzedék.[1]

Stein az *Euglena viridisnek* magból kiinduló szaporodásáról nagy monografikus munkájának már a Hypotricheket tárgyaló részében tesz említést[2] s hajlandó feltenni, hogy a megnagyobbodott mag oszlási gömbjeiben fejlődő apró, színtelen rajzók ivaros úton jönnek létre. A Flagellátok körül tett újabb, beható vizsgálatai legfontosabb eredményének tekinti, hogy a magból kiinduló ivaros szaporodást a *Chlamydomonas, Phacus, Euglena, Trachelomonas*-nemeknél valamint nehány más Flagellátnál is sikerült kimutatnia.[3] A mennyiben Stein munkája eddig megjelent részének egyes helyeiből,[4] a közölt táblákból s ezeknek magyarázó szövegéből kivehető, a Flagellátok ivaros szaporodása a következő módon történnék: az egybekelés két egyénnek egygyéolvadásával, illetőleg az apró hím sejtnek a nagy női sejtbe való beleolvadásával, valamint a két sejt magjának egygyéolvadásával végződik s ez utóbbi képezi a termékenyítési folyamat tulajdonképi actusát. Erre a mag a Flagellát zöld plasmatestének rovására tetemesen növekedik s vagy maga lesz *csíragömbbé (Keimkugel),* vagy pedig több részre oszlik s ezen oszlási darabok változnak csíragömbökké. Ezen csíragömbök azután burkokon belül gyorsan ismétlődő sugaras és harántirányú oszlások útján apró gömböcskékre esnek szét s a fejlődés ezen szakán *csírazacskókat (Keimsack)* képeznek, melyeknek megpukkantával végre igen parányi, színtelen *embriók* rajzanak szét. Hogy ezen parányi, színtelen «embriók»-ból mily módon lesznek zöld Flagellátok, ezt Stein-nek nem sikerült kifürkésznie.

Fentebb előadtam már, hogy a Flagellátok magjában fejlődő parányi színtelen rajzókkal egészen megegyezők több gyökérlábúnak magjában is észleltettek s majd termékenyítő testecskéknek, majd embrióknak tartattak, míg újabb vizsgálatok kiderítették, hogy mindezek voltaképen élősdi Chytridiumféléknek

[1] Morphologie der Oedogonien. Jahrb. f. wiss. Bot. I. Bd. (1857) 1—81.

[2] Oedogonium diplandrum. Ért. a term. tud. kör. Kiadja a magy. tud. Akad. IX. és XII. sz. 1871.

[3] Der Org. III. 47, 51.

[1] Der Org. III. VIII.

[2] Der Org. II. Abth. 56, 61, 67.

[3] Der Org. III. VIII.

[4] III. 130, 146.

a rajzói. Ezekre, valamint több Flagellát s a rokon moszatok ivaros szaporodásának ismeretére támaszkodva, legkevésbbé sem habozom azt állítani, hogy a STEIN-tól embrióknak tartott parányi rajzók nem tartoznak az illető Flagellátnak fejlődéskörébe, hanem nem egyebek élősdi Chytridiumféléknél. — Hogy élősdi szervezetek mennyi zürzavart idéztek már elő a véglények ismerete körül, s hogy mily nehéz a legalsóbb s legkisebb lényeket pusztító élősdiek valódi természetét kipuhatolni, köztudomású dolog; maga STEIN is kénytelen elismerni, hogy élősdi Chytridiumok másokkal együtt őt is tévútra vezették.[1] Tévútra vezették STEIN-t, midőn a betokozott *Vorticellákban* fejlődő élősdi Chytridiumok rajzóit a Vorticellák embrióinak tekintette;[2] tévútra vezették CIENKOWSKI-t, midőn a *Nassula ambiguában* fejlődő Chytridiumokat tartotta a Nassula embrióinak;[3] tévútra vezették továbbá az élősdi véglények, mint alább látni fogjuk, mindazon buvárokat, kik a csillószőrös ázalékállatkákban fejlődő Acinetákat az illető ázalékállatka valódi embrióinak tartották. Ilyen tévútra vezették, felfogásom szerint, STEIN-t azon élősdi Chytridiumok rajzói is, melyeket legújabb művében a Flagellátok ivaros úton fejlődő embrióinak tekint. — Ha valami, úgy bizonyára a véglények ismeretének története igazolja azon sokszor ismételt állításnak helyességét, hogy tévedések jelölik azon útat, melyen a búvárkodás, az igazságot keresve, haladott!

b) Levélzöldet nem tartalmazó Nudiflagellátok.

A levélzöldet nem tartalmazó Nudiflagellátok szaporodása, a mennyiben azt főleg JAMES- CLARK-nek,[4] BÜTSCHLI-nek[5] és STEIN-nek[6] vizsgálatai után ismerjük, leggyakrabban az ostor ostorelleni végét összekötő s a hossztengelylyel többnyire összeeső tengely irányában véghezmenő oszlás útján történik; ily hosszirányú oszlás ismeretes nevezetesen a STEIN-tól felállított következő családok képviselőinél: *Monadina, Dendromonadina, Craspedomonadina, Bikoecida, Cryptomonadina,** *Astasiaea,*** *Scitomonadina.*

A véglény testének oszlását, — mint a rajzási időszakuk alatt oszló zöld Flagellátoknál, — úgy látszik, hogy mindig megelőzi az új ostornak, vagy ostoroknak kifejlődése, minek következtében az oszlásra készülő, rendesen elszélesedett testű Flagellát ideiglenesen számfeletti ostorokkal van ellátva, JAMES-CARK szerint az *Anthophysánál* a főostor is részt vesz az oszlásban; oszlást megelőzőleg megvastagodik, azután szemlátomást kettéhasad;[1] ugyanezt állítják DALLINGER és DRYSDALE egy Monasféléről, melynek ostorát szintén egész hosszában kettéhasadni látták.[2]

Hogy oszláskor a Flagellátok magja is kettéoszlik, magától érthető. STEIN-nek számos erre vonatkozó rajzai szerint a hólyagocskaalakú mag a Flagellát haránt tengelye irányában megnyúlik, majd befűződvén, piskótaalakú lesz, hogy végre ezen befűződés irányában kettéváljék. BÜTSCHLI-nek, ki az *Anisonema sulcatum* oszló magjának fínom szerkezeti változásait tanulmányozta, a következőket sikerült megfigyelnie: A mag már rövid idővel az oszlási barázda megjelenése előtt, vagy evvel egyidejűleg a véglény haránt irányában szalagszerűleg megnyúlva található. Az ily módon oszlásra készülő magnak *belső testében* (*Binnenkörper*, azaz a hólyagocskaalakú mag magocskájában) meglehetős határozottan lehetett hosszsávokat megkülönböztetni, melyek csomós duzzadásokkal végződtek. Az oszlási folyamatnak továbbhaladtával a szalagalakú mag közepett befűződik s mindkét duzzadt végében egy belső testet (magocskát) lehet megkülönböztetni, melyek egy ideig még fínom fonáltól maradnak összekötve; a befűződés egyre szűkebbre húzódva, az elgömbölyödő magokat végre ketté osztja.[3]

Ezen, bár ez idő szerint csak egyedül álló észlelet-

[1] Der Org. III. 108.

[2] Infusionsthiere. 194, 203.

[3] Ueber Cystenbildung der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 303.

[4] On the Spongiæ Ciliatæ as Infusoria Flegallata; or Observations on the Structure, Animality, and Relationship of Leucosolenia botryoides, Bawerbank. Memoirs of the Boston soc. nat. hist. Vol. I. 1867.

[5] Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. 1878.

[6] Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. I. Hälfte. 1878.

* A Cryptomonasfélék családjába STEIN levélzöldet nem tartalmazó (*Chilomonas*) és levélzöldet tartalmazó (*Cryptomonas, Nephroselmis*) alakokat oszt be.

** Ugyanez áll STEIN Astasiaféléiről, melyek között az *Eutreptia* zöld, míg az *Astasia, Heteronema, Zygoselmis, Peranema*-nemek levélzöldnélküliek.

[1] Id. m. 329.

[2] Researches on the life history of a Cercomonad, a lasson of Biogenesis. Monthl. micr. journ. Vol. X. 1873. — V. ö. HUXLEY, Az állat- és növényország határöve. Ford. HORVÁTH GÉZA. Term. tud. közl. IX. köt. 90. füz. 1877. 67.

[3] Id. m. 257.

nek fontossága abban áll, hogy általa sikerült kimutatni, hogy ugyanazon finomabb szerkezeti változások, melyek az oszló sejtmagokat, valamint, mint fentebb láttuk, a monothalamiumokat s mint alább előadandjuk, a csillószőrös ázalékállatkák oszló magját annyira jellemzik, a Flagellátoknál is létrejönnek.

Dallinger és Drysdale állítják, hogy az általok észlelt Monasfélénél az oszlási sarjadék magképződése az előadottaktól egészen eltérő. Nevezett búvárok szerint a Flagellát testének oszlását megelőzőleg közvetetlenül a régi mag mellett egy kis testecske képződik, mely ettől lassankint eltávozik s az egyik oszlási sarjadék magjává fejlődik, míg a másik a régi magot tartja meg.[1] Nem hiszem, hogy Bütschli tévedne, midőn a magképződésnek ezen módját valószínűtlennek tartja.

A többi színtelen Flagelláttól, oszlásuk irányát véve tekintetbe, eltérni látszanak Stein *Spongomonasfélei (Cladomonas, Rhipidodendron, Spongomonas, Phalansterium)*, melyeknél haránt irányú oszlásról tesz említést.

Cienkowski a *Monas Guttulánál (= Monas Termo Erb., J. Clark, Spumella vulgaris Cienk.)* nem csupán hosszirányú oszlást észlelt, mint ezen Monasfélének egyéb észlelői, nevezetesen James-Clark, Bütschli és Stein, hanem még oldalt fejlődő sarjak útján történő szaporodást is.[2]

Haránt, vagy ferde irányú oszlással szaporodik Schneider,[3] Stein[4] és Mereschkowsky[5] ide vágó vizsgálatai szerint a *Polytoma Uvella*, mely burkán belül, — melynek létezését Mereschkowsky bizonyára tévesen tagadja, — a nélkül, hogy mozgását megszüntetné, szétoszlik 2 részre, melyek többnyire még egyszer, vagy kétszer oszlanak, úgy, hogy a közös burkon belül 4—8 egyénből álló ideiglenes volvoxszerű telepek képződnek, melynek egyes egyénei később szétválnak s egyenkint indulnak rajzásnak.

A már fentebb említett Cienkowski-féle Monasféléken *(Monadinae Zoosporeae Cienk.)* kívül, — melyeket, minthogy a Flagellát-alakból csakhamar gyökérlábú-alakba mennek át, a gyökérlábúaknál tárgyaltunk, — a betokozódás aránylag kevés színtelen Flagellátnál ismeretes: így az épen említett *Polytománál,*[1] a *Phalansterium consociatumnál,*[2] a *Bodo caudatusnál,* mely Stein-től felállított s a Dujardin-féle *Amphimonas caudatára* alapított Monasféle a legnagyobb valószínűséggel azonos Cienkowski *Colpodella pugnaxával,*[3] továbbá egy másik közelebbről meg nem határozott Bodonál s Monadinál,[4] végre a *Monas Guttulánál.*[5] Míg a többieknél a gömbbé húzódott Flagellát egész felületén választ ki többnyire meglehetős vastag burkot, addig a *Monas Guttulánál* Cienkowski szerint a még mozgó Flagellát belsejében képződik egy kemény héjú, rövid kocsánynyal ellátott, gömbölyűded tok. Ugyanilyen belső betokozódást észlelt Cienkowski egy barnás festőanyagot tartalmazó Flagellátnál is, melyet *Chromulina nebulosának* nevez.[6] — A betokozott színtelen Flagellátok további végzetéről igen keveset tudunk; Cienkowski egy Bodo-fajnál, melyet seregesen talált rothadó kerékállatkák s rovarálczák között, s egy közelebbről szintén meg nem határozott Monasfélénél a tokokból egyetlen egyént látott kirajzani;[7] a *Colpodellák* ellenben, melyek a Chlamydomonasoknak kiszivott tartalmával teletömvén magukat, emésztésre állandóan betokozódnak, egy idei pihenés után 4—8 részre oszlanak s ezen oszlási sarjak a tokon képződő nyiláson át kinyomulnak s mielőtt szerterajzanának, úgy, mint bizonyos alsóbb gombák- és moszatoknak rajzói, rövid ideig még egy finom burkú tömlőbe vannak zárva.[8] Stein, ki a *Colpodella pugnax*-szal valószínűleg azonos *Bodo caudatusnak* betokozott állapotban való szaporodását s kirajzását észlelte, a Cienkowski-tól a Colpodellánál leírt finom hurokról, nem tesz említést.[9]

Az egybekeléssel kezdődő ivaros szaporodásnak egy nemét észlelte Dallinger és Drysdale a már fentebb felemlített, közelebbről meg nem határozott Monasfélénél. Nevezett búvárok szerint ezen Monas-

[1] Id. mű. V. ö, Bütschli, id. mű 257.

[2] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. 1870. 434.

[3] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 194.

[4] Der Org. III. Taf. XIV.

[5] Studien über Protozoen des nördlichen Russland. AMA. XVI. (1879) 183.

[1] Schneider, id. m. 196. — Stein, Der Org. III. Taf. XIV. Mereschkowsky, id. m. 183.

[2] Cienkowski, Ueber Palmellacen etc. AMA. VI. (1870) 430.

[3] Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 216. — Stein, Der Org. III. Taf. II.

[4] Cienkowski, id. h.

[5] Cienkowski, Ueber Palmellaceen etc. 434.

[6] Id. m. 435.

[7] Beitr. zur Kenntn. d. Monaden. 217.

[8] Cienkowski, id. m. 216.

[9] Der Org. III. Taf. II. Fig. V. 13.

félék kettesével egymáshoz simúlnak, lassankint egyetlen háromszögű tömegbe folynak össze s miután organizácziójuknak minden nyoma eltünt, nyugalomba merülnek. Nemsokára azonban a tokok tartalma hullámzó mozgásba jő; a háromszögű tömeg csúcsai hirtelen megrepednek s belsejéből igen aprószemecskéjű sűrű, sárgás állomány ömlik ki. DALLINGER és DRYSDALE ezen állománynak szemecskéit, melyeknek átmérője csak mintegy 0.000,127 mm.-re becsülhető (!), csiráknak tartják, melyek lassankint növekedvén, Monasfélékké fejlődnek.[1]

STEIN is tesz említést valószínűleg egybekelésnek tartható folyamatról a *Monas Guttulánál*[2] s a *Codonosiga Botrytisnél*[3]; mindkettőnél, mint a Vorticellafélék rügyszerű egybekelésénél, egy kisebb egyén mintegy ráoltja magát egy nagyobb egyénre. A mi az utóbbit, a *Codonosigának* rügyszerű egybekelését illeti, a STEIN-tól adott rajz után indulva, ép oly jogosan lehet rendellenesen lefolyt oszlásra, mint egybekelésre gondolni. A mi pedig a *Monas Guttulának* egybekelését illeti, ennél ismét a nagy Monasra magát mintegy ráoltó sokkal kisebb gömb- vagy körtealakú egyén, felfogásom szerint nem lehet más, mint élősdi Chytridium; azon STEIN-tól is Chytridiumoknak tartott képletek legalább, melyeket a *Chlamydomonas Pulvisculusnál*[4] s a *Chlorogonium euchlorumnál*[5] ábrázol, nem különböznek a Monasokon ülő rügyszerű testektől. Különben maga STEIN is csak «gyaníthatólag» s nem határozottan egybekelésnek tartandó folyamatról (Vermeintliche Conjugationszustände) tesz említést. Úgy látszik, hogy STEIN hajlandó feltenni, hogy a gyanítható egybekeléssel kezdődő ivaros szaporodási folyamat a szintelen Flagellátoknál is a magból kiinduló szaporodásra vezet: legalább a Monasfélék között a *Monas Guttulánál*,[6] az Astasiafélék között a *Menoidium pellucidumnál*[7] s a Scytomonasfélék között a *Tropidocyphus octocostatusnál*, az *Anysonema grandenél* s az *Entosiphon sulcatumnál*[8] rajzol a megnagyobbodott magból fejlődő «*csíragömbök*»-et s apró «*embriók*»-at tartalmazó «*csírazacskók*»-at, melyek felfogásom szerint, mint a Rhizopódok és zöld Flagellátok magjában fejlődő apró rajzók, nem tartozhatnak az illető Flagellátlioz, hanem csakis a magot megfertőztető élősdi Chytridiumféléknek lehetnek rajzói.

[1] V. ö. HUXLEY, id. ért. 68.
[2] Der Org. III. Taf. I. Fig. VI. 6—8.
[3] Id. m. Taf. VIII. Fig. 10.
[4] Id. mű. Taf. XV. Fig. 11—15.
[5] Id. m. Taf. XVIII. Fig. 24—25. és 29.
[6] Id. h.
[7] Id. m. Taf. XXIII.
[8] Id. m. Taf. XXIV.

c) Cilioflagellátok.

A mit a Flagellátok egyik legérdekesebb, de egyszersmind legnehezebben tanulmányozható csoportjának, a Cilioflagellátoknak szaporodásáról mai nap tudunk, bár egyes búvárok, nevezetesen STEIN édesvízi, BERGH édesvízi s főleg tengeri képviselőikkel, JOSEPH G. pedig egy barlanglakó fajjal igen behatóan foglalkozott, igen hézagos és sok kívánnivalót hagy.

Hogy a szabadon rajzó Cilioflagellátok hosszirányú oszlással, mint EHRENBERG és PERTY állította, nem szaporodnak, ez mai nap bebizonyítottnak tekinthető, s az sem szenved kétséget, hogy a nevezett búvárok egybekelt párokat tartottak hosszirányú oszlásban levőknek.

Az oszlási folyamat eddigelé csak a *Peridinium tabulatum-*, *Glenodinium cinctum-*, *Gymnodinium Pulvisculus-* és *G. Vorticellánál* ismeretes; valamennyinél STEIN fedezte fel.[1] És BERGH-nek a Peridinium és Glenodinium szaporodása körül tett vizsgálatai[2] STEIN észleleteinek helyességét csak megerősítik.

Az oszló Cilioflagellátok elálló kocsonyás burkot választanak ki, melyen belül gömbbé húzódnak s haránt irányban két egyenlő részre oszlanak, melyek, miután a Cilioflagellátok jellemző szervezetét elérték, a pánczélozott alakoknál is (*Peridinium, Glenodinium*) burok nélküli testtel hagyják el a kocsonyás tokot s pánczélukat csak a szabad rajzás alatt választják ki. A pánczélozottak közül a *Peridinium* annyiban tér el a *Glenodiniumtól*, hogy az előbbi szaporodásra készülve, pánczélát nem hagyja el, míg az utóbbi megvedlik. A vedlés azonban, mely a pánczélozott Cilioflagellátoknál igen gyakran észlelhető s már CLAPARÈDE- és LACHMANN-tól is leiratott,[3] nem mindig vezet oszlásra. Az oszlási sarjak száma rendesen kettő, csak a *Gymnodinium Pulvisculusnál* talált STEIN egy alkalommal 4 oszlási sarjat tartalmazó tokot.[4] STEIN vizsgálatai szerint a Cilioflagellátok

[1] Der Org. III. 94.
[2] Der Organismus der Cilioflagellaten. Eine phylogenetische Studie. MJ. VII. (1881) 240, 248.
[3] Études. III. 71.
[4] Id. m. 95.

oszlása, miként már említettem, mindig haránt irányban történik, mi teljes összhangzásban van a többi Flagellátok legnagyobb részénél észlelt oszlási iránynyal, mely a testet az ostor- és ostorelleni véget összekötő tengelyben felezi, s a mely tengelylyel a Cilioflagellátok testének haránt tengelye esik össze.

Meg kell még itt emlékeznem azon sajátságos closteriumalakú tokokról, melyeket CLAPARÈDE és LACHMANN tengeri és édesvízi Cilioflagellátok társaságában,[1] STEIN pedig a *Peridinium tabulatummal* együtt észlelt.[2] Ezen meglehetős vastag és keményburkú tokok majd egyetlen, megnyúlt, csupasz peridinumszerű testet, majd 4—8 igen apró csupasz Peridiniumot, vagy helyesebben, STEIN nemi jellemeire támaszkodva, Gymnodiniumot zárnak körül. Igen valószínű, hogy ezen tokok pánczélukat levetett Peridiniumok- és Glenodiniumoknak nyugvó alakjai s hogy a bennük fejlődő apró Cilioflagellátok, melyeket mikrogonidiumoknak lehetne nevezni, a betokozott plasmatest többszörös oszlása útján jönnek létre.

Említettem már, hogy EHRENBERG és PERTY néhány Cilioflagellátnak szabad rajzása közben végbemenő hosszirányú oszlásáról tesz említést, s CLAPARÈDE és LACHMANN is felemlít s ábrázol egy kicsiny tengeri Peridiniumfélét,[3] melynek két szabad hátsó s közös mellső részből összetett testéről azt véli, hogy hosszirányú oszlásban van. Ezen felfogással szemben STEIN és JOSEPH vizsgálatai minden kétség fölé emelték, hogy az ily párok nem oszlásban, hanem egybekelésben vannak, s mindkét búvár szerint ezen egybekeléssel veszi kezdetét a Cilioflagellátok ivaros szaporodása.

STEIN szerint, ki vizsgálatait a *Gymnodinium Pulvisculuson* végezte,[4] a mindig egyenlő nagyságú egybekelő párok hasi oldaluknak, — azaz testük vájt oldalának, — ellenkező szélével egyesülnek s a nélkül, hogy rajzásuk megszünnék, lassankint teljesen egy testbe olvadnak, miközben a két egyén magja is egyetlen gömbbé egyesül. A két-két egyén teljes egygyéolvadásából keletkező új egyének, melyeket STEIN *ivaros nemzedéknek* nevez, nagyságukat kivéve, semmiben sem térnek el a közönségesektől. A két mag egyesülésétől megtermékenyített mag vagy maga, vagy, mint STEIN egyes észleletei után véli, az ennek belsejében fejlődő gömb lesz «*csíragömb*»-bé, mely belsejében világos hólyagot s ez ismét egy középponti magot rejt, s e szerint, — miként STEIN magát kifejezi, — egészen megegyezik egy csírahólyagot s csírafoltot tartalmazó petével. A csíragömb legtöbb esetben osztatlan marad s csak ritkán oszlik két gömbre, mi különben a fejlődés további menetére épen nincs befolyással; ezen fejlődésmenet pedig abban áll, hogy az egy vagy két csíragömb állománya lassankint szétoszlik igen nagyszámú apró gömböcskére, melyek csak a csíragömb igen vékony burkától tartatnak össze s melyeknek képződésében a változatlanúl megmaradó középponti hólyagocska nem vesz részt. A csíragömbből ily módon «*csírazacskó*» keletkezett, mely nagyszámú apró «*embriót*» tartalmaz; ez utóbbiaknak azonban sem szervezetét, sem kirajzását nem sikerült STEIN-nek megfigyelni.

Látható ezen leírásból, hogy STEIN-t a Cilioflagellátok ivaros szaporodása körül tett vizsgálatai lényegében ugyanazon eredményre vezették, mint a Nudiflagellátoknál; az ivaros nemzedék a Cilioflagellátoknál is a megváltozott magban fejlődő parányi «embriók»-at hozza létre, melyeknek szervezetét azonban nem sikerült STEIN-nek kifürkészni, s melyeknek további végzete ép úgy homályba van burkolva, mint a Nudiflagellátok «embrióié». Ily «embriókat» valamint számos Nudiflagellátnál, úgy a *Peridinium tabulatumnál* magam is számtalanszor észleltem s a leghatározottabban meggyőződtem arról, hogy nem egyebek élősdi Chytridiumok rajzóinál, melyek a Peridiniumok belsejéből palaczknyak-alakú csöveken rajzanak ki, mely csövek a rajzókra még szét nem esett «*csíragömb*» felületéből sarjadzanak s a Peridinium pánczélát átfúrják; a kiszabadult Chytridiumrajzók ép Peridiniumok felületére telepednek s Chytridiumsejtekké növekednek. Teljesen igazat kell tehát adnom BERGH-nek, midőn azt állítja, hogy STEIN vizsgálatai nyilván parazitáktól megtámadott példányokra vonatkoznak.[1]

STEIN-en kívül ivaros szaporodást írt le JOSEPH G. az Adelsberg melletti Pinka jama barlang vizeiben élő *Peridinium stygiumról*.[2] Ezen Cilioflagellát két alakban népesíti a barlang pocsolyáit: t. i. pánczél nélküli kisebb alakokban, melyek a STEIN-tól felállított nemi jellemek szerint a Gymnodinium-nembe

[1] Ét. III. 70.
[2] Id. m. 94.
[3] Id. m. p. 73. Pl. 13. Fig. 22.
[4] Id. m. 95.

[1] Id. m. 191.
[2] Ueber Grotten-Infusorien. Vortr. in der Sitzung der naturwiss. Sect. der schles. Gesellsch. für vatländ. Cult. am 13. Nov. 1878. Zoolog. Anz. No 22. (1879) 114.

tartoznak s nagyobb, 25 szabálytalan ötszögletes táblácskákból összetett pánczéllal borított, e szerint a Peridinium-nembe tartozó alakokban. Az előbbiek a Peridinium stygiumnak fiatal, az utóbbiak kifejlett egyénei, melyek pánczéluk kifejlődésével egyúttal ivarérettségüket is elérték.

Ezeknek ivaros szaporodása JOSEPH vizsgálatai szerint következő módon történik. A Peridiniumok kettesével egybekelnek, még pedig a hátsó testfél hasoldali hosszbarázdájában fekvő hasadékon («szájnyilás») kinyomuló testállomány segélyével látszanak egymáshoz ragadni. Az egybekelt egyének mindig ellenkező helyzetben egyesültek, úgy hogy a hátsó testfelek közűl az egyik mell-, a másik hátfelé volt irányítva s szabadon kiállott. A magok egymáshoz húzódtak s egyetlen piskótaalakú tömeget látszottak képezni, melyben apró szemecskék élénken hemzsegtek; vajjon e közben magállomány kicserélődött-e, ezt nem sikerült eldönteni. A párok egygyé soha sem olvadtak, hanem ismét szétváltak, mire ostorukat s csillószőreiket elvesztve megszüntek mozogni. Erre elkezd a mag a testállomány rovására növekedni s vagy egyetlen gömböt képez, vagy két részre oszlik, felületén finom cuticularis hártyát választ ki, s a pánczélt megrepesztve, végre kiszabadúl.

A továbbfejlődésre irányadó az, vajjon egyben maradt-e a mag, vagy ketté oszlott. Az utóbbi esetben mindkét magrészlet egy-egy Gymnodiniummá fejlődik. Az előbbi esetben ellenben a maggömböt, vagy «*csíragömb*»-öt, miután állományának szemecskéi elenyésztek, nagyszámú hólyagocskák töltötték ki, melyekben egy-egy világos középpontot lehet megkülönböztetni. Ezen hólyagocskák egyre növekednek s a csíragömb burkát végre megrepesztve kiszabadulnak, hogy itt Gymnodiniumokká fejlődjenek, melyek később Peridiniumokká változnak.

További vizsgálatok fogják csak eldönthetni, hogy az előadott «*ivaros szaporodási mód*» mennyiben alapszik helyes megfigyeléseken.

4. Noctilucák.

A Noctilucák szaporodását BRIGHTWELL-nek [1] és CIENKOWSKI-nak [2] a *Noctiluca miliarison* tett vizsgálataiból ismerjük.

BRIGHTWELL oszlással történő szaporodást észlelt, mely főleg őszszel s télen megy véghez s melynél részint szabadon mozgó, részint ostorukat és tapogatójukat elveszített egyének magjukkal együtt két egyenlő részre oszlanak.

CIENKOWSKI ellenben sarjadzás útján való szaporodást észlelt, melynek első fázisai élénken emlékeztetnek a részleges petebarázdolódásra. Már BUSCH [1] tesz említést ostorukat s tapogatóikat elveszített, gömbbé húzódott hólyagalakú Noctilucákról, melyekben apró Noctilucákká változó csírák képződnek. Ezen rajzóknak képződése CIENKOWSKI szerint következő módon történik. A sarjadzásra készülő Noctiluca ostorát s tapogatóját visszavonja, szájnyilását pedig elveszíti; e közben protoplazmája, melyben a mag szintén elenyészni látszik, a hólyagalakú testburoknak egyik szeletére húzódik. Erre a korongba összegyűlt testtartalom, az úgynevezett *paizs*, akár egy részben barázdolódó pete, ismétlődő oszlások útján feldarabolódik 2, 4, 8, 16 stb. részre. Az oszlásokkal lépést tart a protoplazmadaraboknak a borító cuticulával együtt való kiemelkedése, kifelé sarjadzása; midőn ezen sarjadékok mintegy 0·016—0·22 mm.-nyi nagyságot elértek, szabad végükön egy finom ostor fejlődik, erre alapjukról lefűződnek s szerterajzanak. Ezen apró rajzók, melyeknek finom ostora mellett egy fonalas nyúlvány áll ki, melyből később a tapogató fejlődik, vastag tönkkel ellátott kalapos gombához hasonlítanak, később rajzásuk közben csaknem colpodaalakuak lesznek. Néha a paizsból sarjadzó rajzók, mielőtt leválnának, tekintélyes nagyságra növekednek, belsejükben mag különül el s plasmájuk hálózatos szerkezetet nyer, s ezek igen hasonlítanak a már BUSCH-tól leírt fiatal Noctilucákhoz.

CIENKOWSKI egybekelést is észlelt a Noctilucáknál. Két Noctiluca szájoldalával szorosan egymáshoz simul s ostorát és tapogatóját elvetvén, egy testté olvad, melyben a két mag is egygyé nő. Valószínű, hogy az egygyéolvadás elősegiti a rajzók képződését; hogy azonban nem előzi meg okvetetlenűl a sarjadzást, e mellett szól azon körülmény, hogy CIENKOWSKI igen apró Noctilucákon is talált sarjakat.

[1] On Self-Division of Noctiluca. Quat. Journ. of Microsc. Sciences. Vol. III. 1855. V. ö. CLAUS, Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. (1876) 144.

[2] Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. AMA. VII. (1871) 131. Továbbá: Sitzungsberichte der zoologischen Abtheilung der III. Versammlung russischer Naturforscher in Kiew. Mitgetheilt von KOWALEWSKY. ZWZ. XXII. (1872) 297.

[1] Beobachtungen über wirbellose See-Thiere 1851. V. ö. BRONN, Class. u. Ordn. d. Thierreichs. I. Bd. (1859) 64.

5. Ciliátok.

A) Oszlás és sarjadzás.

Az ázalékállatkáknak oszlás útján történő szaporodását, mint a fentebbiekben előadtuk, a véglényeknek már legelső búvárai is ismerték s egyes ázaléklékállatkák oszlásának részleteit már a legelső búvárok is igen pontosan megfigyelték: így nevezetesen az édesvizi Hydrának halhatatlan nevű búvára, TREMBLEY ÁBRAHÁM, a Stentorok oszlásáról már a múlt század első felében valóban klasszikus leírást közölt.[1]

Daczára annak, hogy, — mint fentebb említettük, — a hosszirányban egymást megfekvő ázalékállatkákat már LEEUWENHOEK és MÜLLER O. FR. nem oszlásban, hanem *«közösülés»*-ben levőknek tartották: mégis egész a legújabb időig fentartotta magát ERHENBERG-nek azon felfogása, hogy az ázalékállatkák mind haránt-, mind hosszirányú oszlással szaporodnak, s az egybekelési folyamatot BALBIANI-nak újra kellett felfedeznie. BALBIANI-nak, STEIN-nak, ENGELMANN-nak, BÜTSCHLI-nek s másoknak vizsgálatai véglegesen bebizonyították, hogy hosszirányban csak igen kevés ázalékállatka oszlik s hogy az ily irányban páronkint összefüggő ázalékállatkák tényleg nem oszlásban, hanem egybekelésben vannak, mely folyamatot alább tüzetesen fogjuk tárgyalni.

A mit ismereteink jelen állásán az ázalékállatkák oszlás útján történő szaporodásáról tudunk, a következőkben foglalható össze.

Az oszlást, ha nem is mindig, de bizonyára a legtöbb esetben megelőzi az ázalékállatka testének az oszlási síkra függélyes tengely irányában való növekedése, mely tengely, — minthogy az oszlás a legtöbb esetben haránt irányban történik, — a véglény hossztengelyével esik össze. Csak a legegyszerűbb alakoknál, — mondja STEIN,[2] — tekinthető az oszlás alig többnek, mint a test és mag egyszerű feleződésének, így például bizonyos *Opalináknál.* Minél bonyolódottabb ellenben valamely ázalékállatkának szervezete, annál bonyolódottabbak azon folyamatok is, melyek az oszlás alatt véghezmennek; mert mindkét új egyénné leendő testfélnek addig kell átalakulnia, míg legalább is minden lényeges pontban ismét elérte anyjának szervezetét; csak ez után következhetik a teljes befűződés. Az egyik félben a meglevő szervezetnek nagy része, pl. a szájperem, száj, garat stb. többnyire változatlanúl megmaradhat, a másik félben ellenben épen ezen részeknek kell újra képződniök; az ezen újképződést akadályozó eredeti szervezetnek pedig előbb meg kell semmisülnie. Legbonyolódottabb az oszlási folyamat az *Oxytricha-*, *Euplotes-* és *Aspidiscaféléknél,* melyeknél nem csupán az egyik félben képződik újra a száj bonyolódott peremével együtt, mint a Heterotricheknél, hanem mindkét félben még egészen új helyváltoztatásra szolgáló csillószőrrendszer is fejlődésnek indul, mely a régit elnyomja.

Az ázalékállatkák oszlása alatt a magképletek is megoszlanak; ez utóbbiak oszlása azonban, mint FREY[1] és STEIN[2] kiemeli, nem előzi meg mindig, mint a közönséges sejtoszlásnál, magának a véglény testének oszlását, hanem igen gyakran evvel lépést tartva oszlik, sőt a magképleteken gyakran még semmi változás sem észlelhető, midőn a test felületén az oszlással járó változások már többé-kevésbbé előrehaladtak.

A magánosan előforduló gömbölyüded, vagy tojásdad magok oszlásukat megelőzőleg megnyúlnak s csak ezután feleződnek. Az ellenkező történik a megnyúlt, szalagalakú maggal biró ázalékállatkáknál, mint a *Vorticella-* s *Euplotesféléknél,* melyeknek magja a kettéoszlást megelőzőleg megrövidül. Az *Oxytrichafélék* két magja, mely BALBIANI[3] és BÜTSCHLI szerint[4] egymással finom fonállal össze van kapcsolva, az oszlást megelőzőleg egy testbe olvad s csak ezután oszlik négy részre. Az olvasóalakú magok, minők például a *Stentorok* több faját s a *Spirostomum ambiguumot* jellemzik, az oszlást megelőzőleg szintén egyetlen tojásdad testbe olvadnak össze.

Ezen részleteket, melyeket különösen BALBIANI vizsgálatainak köszönünk,[5] nagyobb részt ugyan más

[1] Des Herrn TREMBLEY Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süssen Wassers mit hörnerförmigen Armen. Aus dem Französischen übersetzt von JOHANN AUGUST EPHRAIM GOEZE. Quedlinburg. 1875. V. ö. u. o. Abhandlung von den Strauss- und Trichterpolypen. 471—486.

[2] Der Org. I. 92.

[1] Das einfachste thierische Leben. Eine Skizze. (1858) 56.

[2] Der Org. I. 92.

[3] Du role des organes générateures dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. Tome III. Nr. IX. (1860) 75.

[4] Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandl. der Senckenbergischen naturforsch. Gesellsch. X. Bd. (1876) 381.

[5] Id. ért.

búvárok is megerősíttek, Stein szerint azonban az egyes észleleti adatokból levont általános szabály csak nagyjában felel meg a valónak, a mennyiben a rendes menettől különböző egyéni eltérések fordulnak elő.[1]

Az igen nagyszámú maggal bíró *Opalináknál (Opalina Ranarum, O. obtrigona, O. dimidiata),* mint ezt Zeller-nek szép vizsgálataiból tudjuk,[2] a magok az oszlásnál egészen passzive viselik magukat s kisebb-nagyobb számuk jut egy-egy oszlási félre. Ugyanezt találta Bütschli a *Loxodes Rostrumnál.*[3]

Már Stein[4] és Balbiani[5] is tett említést arról, hogy az oszlásban levő *Urostyla grandisnak* magja fínom hosszirányú (Balbiani) vagy hullámzatos (Stein) sávolyzatot árul el; ugyancsak hosszirányban sávolyzottnak találta Engelmann a *Didinium nasutumnak* oszlás alatt megnyúló magját.[6]* Bütschli, — ki ezen fínom sávolyzatot, mely oszlás után csakhamar ismét teljesen elenyészik, számos ázalékállatka *(Stylonychia, Paramecium Bursaria, Vorticella nebulifera, Carchesium polypinum)* oszló, s mint alább látni fogjuk, sarjadzó magjában észlelte,[7]** — bizonyára jogosan teszi fel, hogy az ázalékállatkák oszló magállományának fínom sávolyzatos elkülönülése általános szabályt képez, mit annál valószínűbbnek kell tartanunk, mivel, mint fentebb előadtuk, ugyan-

[1] Der Org. II. 46.

[2] Untersuchungen über die Fortpflanzung der Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352.

[3] Studien etc. 288.

[4] Der Org. I. 199.

[5] Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie Nr. 6 de Janvier à Octobre. (1861) 46.

[6] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere ZWZ. XI. (1861) 376.

* Schultze Miksa mindezeknél jóval előbb, már 1851-ben felemlítette s jellemzően le is rajzolta a keleti-tengeri Nais littoralisban élődő *Opalina lineata* oszló magjának fínom délkörös sávolyzatát *(Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald. 1851. p. 69. Taf. VII. Fig. 10—11.),* csakhogy Schultze, ki az Opalinákat férgek dajkáinak vélte, nem ismerte fel a sávolyozott képletben azt, a minek voltaképen megfelel, t. i. a magot. — Ugy hiszem, hogy az oszló mag sávolyzatos elkülönülésére ez képezi az első adatot, melyet annál inkább helyénlevőnek tartottam itt felemlíteni, mivel az idevágó irodalomban sehol sem találom feljegyezve.

[7] Studien etc. 283.

** Bütschli az általa vizsgált ázalékállatkák között csupán a *Paramecium Aureliánál* nem talált az oszló magban sávolyzatot.

ily sávolyzat lép fel Gruber vizsgálatai szerint a Monothalamiumok oszló magjában is. Abban továbbá, hogy az ázalékállatkák s Monothalamiumok oszló magjában megjelenő sávolyzattal teljesen megegyező elkülönülés állati és növényi sejtek oszló magjában is egészen szabályszerűleg fellép, mint ezt Bütschli-nek, Fol-nak, Hetwig Oszkár-nak, Flemming-nek, Selenká-nak, Strasburger-nek s másoknak újabb vizsgálatai bizonyítják, csak újabbi megerősítését láthatjuk annak, hogy a véglények magja a sejtmaggal alaktanilag teljesen egyenértékű.

A magocska (Nucleolus, primärer Kern, Bütschli), vagy, mint fentebb neveztem, a tartalékmag, melynek kettéválása lépést tart a magéval, oszlása alatt szintén hosszirányban sávolyzatos szerkezetű, mit először Stein észlelt a *Stylonychia Mytilusnál,*[1] később a *Balantidium Entozoonnál,*[2] Kölliker pedig a *Paramecium Aureliánál.*[3] Balbiani szerint[4] oszlás alatt valamennyi ázalékállatka magocskáján egyenlő változások láthatók: először észrevehetőleg megnagyobbodik s hosszirányban fínoman sávolyzottá válik; erre mindkét végén bunkósan megduzzad és sávolyzatot mutató zsineggé nő ki; az összekötő fonál végre elenyészik s a bunkós végek egészen egynemű állományú magocskákká változnak. Bütschli újabb vizsgálatai ezen észleletek helyességét teljesen megerősitik. Ezek szerint tehát a magocskák az állományukban oszlás alatt fellépő fínomabb szerkezeti változásokat tekintve, teljesen megegyeznek az ázalékállatkák magjával, illetőleg az állati és növényi sejtek magjával.

Az oszlás, mint már említettem, a legtöbb ázalékállatkánál harántirányú, azaz az oszlási sík az ázalékállatka hossztengelyét derékszög alatt felezi. A szájjal bíró ázalékállatkák között kivételt csupán a tágabb értelemben vett *Vorticellafélék (Vorticellina Ehrb., Ophrydina Ehrb.* és *Urceolarina Stein)* képeznek, melyek hossztengelyük irányában feleződnek. Felfogásom szerint azonban ezen kivétel csak látszólagos; tényleg a Vorticellafélék is ugyanazon tengely irányában oszlanak, mint a többi szájjal ellátott ázalékállatkák : a Vorticellafélék örvényző korongjának mezeje ugyanis, felfogásom szerint, a Hypotrichek hasoldali mezejének felel meg, s ennélfogva ez

[1] Der Org. I. 154.

[2] Der Org. II. 316.

[3] Icones histiologicæ. I. Abth. Taf. I. Fig. 1—3.

[4] Id. ért.

utóbbiak has- és hátoldalának közepét összekötő tengely a Vorticellafélék hossztengelyével esik össze, azon tengelylyel, melynek irányában mind a Hypotrichek, mind a Vorticellafélék oszlanak.

Azon ferde irányú oszlás, melyet STEIN vizsgálatai után szintén a tágabb értelemben vett Vorticellafélékhez tartozó *Lagenophrys*-fajoknál ismerünk,[1] tényleg egészen eltér a többi szájjal bíró ázalékállatkák oszlásától, csakhogy ezen szaporodási mód, felfogásom szerint, nem annyira oszlásnak, mint inkább sarjadzásnak felel meg, melynek analogiáját a *Spirochana gemmiparánál* találjuk.

A szájnélküli ázalékállatkák között az *Acinetaféléknél* az oszlási folyamat a ritkább szaporodási módok közé tartozik, s miként STEIN megjegyzi,[2] élénken emlékeztet a sarjadzásra. Az oszlás útján szaporodó Acinetafélék közé tartozik a *Podophrya fixa,*[3] az *Acineta mystacina*[4] s az *Urnula Epistylidis.*[5]* Az oszlási sík mindezen Acinetaféléknél többnyire ferde-, ritkábban hossz-, vagy harántirányú s a szaporodó véglényt többnyire két egyenlőtlen részre osztja, melyek közül a kisebb oszlási sarjadék (legfeltünőbben az *Urnulánál)* az anyaegyénből mintegy kimetsződni látszik; ennek felületén hossz- vagy ferdeirányú sávokon tömött csillószőrözet lép fel, hogy a helytt maradó nagyobb részlettől elválva, holotrich ázalékállatka alakjában rajzásnak induljon. Szaporodásukat tekintve, miként STEIN is megjegyzi,[6] ide tartoznak a szájjal bíró ázalékállatkákban élődő *Sphaerophryák,* azaz az úgynevezett *acinetaalakú embriók* is.

A szájnélküli ázalékállatkák másik csoportjába tartozó *Opalinaféléknél* végre az oszlás iránya változó, majd haránt-, majd ferde-, majd hosszirányú. A különböző irányú oszlások között azonban ezeknél is leggyakoribb a harántirányú. Ily oszlást észlelt SCHULTZE MIKSA a Planaria torva belében élődő *Opalina Planariarumon (= Op. polymorpha Schultze)* s a Nais littoralisban élődő *Opalina lineatán,*[1] STEIN szintén az *Opalina Planariarumon*, valamint a Lumbricus terrestrisben élődő *Hoplitophrya (Opalina) armatán* és *Anoplophrya (Opalina) Lumbricin,*[2] s a Sænuris variegatában élődő *Opalina secanson,*[3] melylyel a FREY-tól szintén harántirányú oszlásban észlelt, közelebbről meg nem határozott *Opalina*[4] valószínűleg azonos. Mindezen oszlásoknál a hátsó oszlási fél többnyire feltünően kisebb a mellsőnél s gyakran csak mintegy sarjadéknak látszik. Nem ritka azon eset, midőn az oszlás, mielőtt még az oszlási sarjak szétváltak volna, ismétlődik. Igy STEIN az *Opalina secansnak,* FREY pedig az evvel valószínűleg azonos meg nem nevezett *Opalinának* háromízű lánczolatairól tesz említést, melyek oly módon fejlődnek, hogy a két egyenlőtlen félre oszlott Opalina mellső nagyobb felének hátsó végéből az első rendű oszlási felek teljes szétválása előtt egy második, igen kicsiny oszlási sarjadék kezd, lefűződni. Némely Opalinaféléknél az oszlás az egyes egyének szétválásáig még többször ismétlődik, minek következtében úgy, mint bizonyos rhaodocœl Turbellaféléknél (pl. Microstomum, Stenostomum, Catenula) s Naisféléknél, 4—8 söt 10 egyénből álló lánczolatok fejlődnek. Ily Opalinalánczolatokról OERSTED már 1844-ben tett említést.[5] Ugyanily lánczolatképződést észlelt CLAPARÈDE és LACHMANN egy a norvégiai partokon gyakori, de közelebbről meg nem határozott gyűrűs féregben élődő Opalinánál, melyet igen közelállónak tartanak SCHULTZE Opalina lineatajához;[6] napjainkban pedig ezt észlelte MAUPAS[7] s EVERTS[8] az algiri Bufo pantherinus, Discoglossus pictus és Rana esculenta belében élődő *Haplophrya giganteanál Maup. (= Opalina Discoglossi Everts),*

[1] Die Infusionsthiere 85—95.

[2] Der Org. I. 94.

[3] STEIN, id. m. id. h.

[4] CLAP. et LACHM. Études. III. 133. — STEIN id. h. — BÜTSCHLI, Ueber die Entstehung der Schwärmsprösslinge der Podophrya quadripartita Clap. et Lachm. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 307.

[5] CLAP. et LACHM. Études. III. 208. — STEIN, Der Org. II. 108.

* CLAPARÈDE és LACHMANN ezen Acinetafélét, mely legközelebb az *Acineta mystacinához* áll, — mint ENGELMANN (Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) Sep. Abdr. 25.) és STEIN (Der Org. II. 107.) kimutatták, — tévesen tartották Rhizopodnak.

[6] Der Org. I. 94.

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. (1851) 69.

[2] Die Infusionsthiere. 179. 184.

[3] Der Org. I. 94.

[4] Das einfachste thierische Leben. 57.

[5] Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer. Copenhagen. (1844) 14.

[6] Ét. II. 375.

[7] Haplophrya gigantea, Opaline nouvelle de l'intestin des Batraciens anaures d'Algérie. CR. Tome 88. (1878) 921.

[8] Bijdrag tot de Kennis der Opalinen nit het Darmkanaal van Batrachiers. Tijdschr. Neederl. Dierk. Vereen. 4 D. 92. V. ö. Zoolog. Jahresb. für 1879. I. (1880) 182.

Vejdovsky végre az Enchytræus Galba- és E. Hegemonban élődő *Opalina filumnál.*[1]

A békaféléinkben csaknem állandóan még pedig rendesen igen nagy számmal található Opalinafélék (*Opalina Ranarum, O. dimidiata, O. obtrigona, O. similis Zeller = Anoplophrya intestinalis Stein*) szaporodása, daczára annak, hogy oly számos búvár vizsgálta, a legújabb időig egészen ismeretlen volt s töménytelen mennyiségük valóságos rejtélyt képezett. Stein megemlíti ugyan, hogy az *Opalina Ranarum* több száz példányainak átvizsgálása közben akadt egyesekre, melyeknek teste befűződést mutatott, ez azonban oly szokatlan irányú volt, hogy csakis valamely külső sérülésből származhatott.[2] Engelmann-nak az Opalinák fejlődésére irányított vizsgálatai[3] azon eredményre vezettek ugyan, hogy az *Opalina dimidiata,* — melyet, mint Zeller kimutatta, Engelmann tévesen tartott *O. Ranarumnak,* — betokozott állapotban vándorol be a Rana esculentának igen fiatal (24—26 mm. hosszuságú) álczáiba; sikerült továbbá azt is lépésről lépésre megfigyelnie, mily módon fejlődnek az igen apró, csupán 0·01—0·025 mm. átmérőjű tokokból kibujó parányi, karcsú, csupán egymagvú egyénekből, gyors növekedés s a magnak ismétlődő oszlása útján tekintélyes nagyságú s számtalan maggal ellátott Opalinák; az egymagvú karcsú Opalinákat rejtő tokok fejlődésének kipuhatolásán azonban hasztalan fáradozott.

Zeller szép vizsgálatai[4] ezen hézagot az Opalinák fejlődésében teljesen kitöltik s az Opalinák fejlődésének s szaporodásának rejtélyét véglegesen megoldották.

Zeller szerint a békaféléinkben élődő Opalinák (*Opalina Ranarum,* a Rana temporariában, Bufo variabilisben és B. cinereusban, — *O. dimidiata,* a Rana esculentában s ritkán a Bufo cinereusban, — *O. obtrigona,* a Hyla arboreában, — *O. similis Zell. = Anoplophrya intestinalis* Stein, a Bombinator igneusban, Pelobates fuscusban és R. esculentában, — *O. caudata,* a Bombinator igneusban) haránt-, ferde- és hosszirányú oszlással szaporodnak. Egyes oszló példányokat már a nyár vége felé s őszszel lehet találni; ezen oszlások azonban nem vezetnek apró egyének fejlődésére. A szaporodás tulajdonképi ideje tavaszra esik s kezdetét veszi azonnal, miután a békák téli álmukból felébredve s búvó helyeiket elhagyva, a nyilt vizeket keresik fel, s egy-két hétig, ritkábban ugyanannyi hónapig tart. Ezen időben az Opalinák gyorsan ismétlődő igen szabálytalan irányú oszlások utján nagyszámú, igen apró egyénekre esnek szét. A nagyszámú magokkal biró Opalinák (*Op. Ranarium, O. dimidiata, O. obtrigona*) magjai az oszlásnál egészen passzivan viselik magukat s az oszlási felekre, nagyságukhoz képest, igen különböző számú magok esnek; a gyorsan ismétlődő oszlások következtében képződő apró nemzedék végre aránylag csak igen kevés 3—12 magot tartalmaz. A finom fonállal összekötött kettős magu Opalinák (*Op. similis, O. caudata*) magjai ellenben szaporodás közben oszlanak; a legutolsó nemzedék apró egyénei azonban állandóan csak egyetlen maguak. — Az ily módon fejlődő apró Opalinák betokozzák magukat; gazdájuk bélsarával kiürittetnek s a vizben minden változás nélkül hosszabb ideig vesztegelhetnek. Csak ha a megfelelő béka porontya nyeli el a tokokat s ezek a bél hátsó részletébe jutottak, indulnak fejlődésnek. A több magot tartalmazó apró Opalinák, mielőtt tokjukat elhagynák, egymaguakká válnak, még pedig Zeller szerint valószinűleg az által, hogy a több apró mag egyetlen nagyobb maggá olvad össze. — Ezek azok az egymagvu betokozott apró Opalinák, melyeknek bevándorlását már Engelmann kimutatta. — E szerint a nálunk előforduló békákat lakó Opalinafajok valamennyien egyetlen maggal hagyják el tokjaikat s az ezen fiatal nemzedék egyéneinek lándsás, vagy tojásdad alakját tekintve, az egyes fajok között bármely észrevehető különbség sincs. A fiatal Opalinák csak nehány hónap alatt érik el teljes nagyságukat. Növekedés közben megnyúlnak, hátsó végük hegyes marad, míg kissé elszélesedő s jobboldali szegélyén mintegy hajóorrszerűleg metszett mellső végük gyengén jobbra csavarodva, kissé a hasoldal felé hajlik. Ezen jellemző alak az *Opalina dimidiatánál* és *Op. similisnél* állandóan megmarad; az *Op. Ranarum* és *Op. obtrigona* ellenben később még tetemesen növekednek szélességben, még pedig először testük mellső részében, minek következtében szabálytalan háromszögűek lesznek, mely alak az *O. obtrigonánál* állandóan megmarad; az *Op. Ranarum*

[1] Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Prag. 1879.

[2] Die Inf. 182.

[3] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 574.

[4] Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwicklung der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352.

ellenben később hátsó részében is elszélesedik. Az *Op. caudata* végre kiválólag szélességben növekedik s így éri el rövid, zömök alakját. Az egyetlen mag növekedés közben két gömbre oszlik, melyek finom fonállal állanak összefüggésben. Igy marad ez állandóan az *Op. similisnél* és *Op. caudatánál*, melyeknek magjai csak a véglény szaporodásakor oszlanak; a három többi fajnál ellenben a test növekedésével egyre oszlanak s így jő végre létre az ezen fajokat jellemző nagyszámú mag.

Némely ázalékállatkák, az előadottaktól eltérőleg, oszlásra betokozzák magukat. Ilyen szaporodásra szolgáló betokozódást először Stein észlelt a *Colpoda Cucullusnál,*[1] mely különben szabad mozgása közben is elég gyakran észlelhető harántirányú oszlásban, s mely vastagfalú tokját 2—8 fiókegyénre oszolva hagyja el. Betokozott állapotban való oszlást észlelt továbbá Stein a *Lacrymaria*-nemnél,[2] Claparède és Lachmann pedig a Vorticellaféléket pusztító *Amphileptusoknál,*[3] én magam a *Holophrya Gulonál*[4] s az *Enchelys nebulosánál,*[5] végre Gruber a *Tillina magnánál.*[6] Ezekhez sorolhatom még a *Trachelius ovumot, Enchelyodon farctust* s az *Actinobolus radianst,* mely utóbbi, eddigelé csupán Stein-től Niemegk mellett Poroszországban talált igen érdekes ázalékállatkát nagy mennyiségben volt alkalmam a mult nyáron Kolozsvár körül észlelhetni. A Colpoda kivételével az itt felemlitett ázalékállatkák szaporodásra szolgáló tokjai, mint azt a *Holophrya Gulonál* én emeltem ki, Gruber pedig a *Tillinánál* különösen hangsúlyozza, igen vékony burkuak s a hosszabb pihenésre szolgáló vastagfalú tokoktól, melyek a szaporodással közvetetlen viszonyban nem állanak, különböznek.

A nyilt tokokat, hüvelyeket, vagy csöveket lakó ázalékállatkáknál, minők pl. a *Cothurniák, Vaginicolák, Lagenophrysek, Tintinnusfélék, Stentor Roeselii, Stichotricha secunda* stb., csupán az ázalékállatka teste oszlik s az egyik oszlási fél az anyai hajlékot elhagyva, maga választja ki új hüvelyét vagy csövét. A Gruber-től felfedezett igen érdekes *Stichotricha socialis-* és *Maryna socialisnál* a két oszlási sarjadék a régi cső nyilásán választja ki s ahhoz mintegy hozzáépíti új csöveit, minek következtében villásan elágazó, csöves bokrok képződnek, melyeknek végső részleteiben az egyes egyének egészen szabadon mozognak.[1]

A telepeket képező Vorticellafélék (*Zoothamnion, Carchesium, Epistylis, Opercularia*) oszlásánál a két oszlási sarjadék mindegyikében az alap végéből külön kocsány nő ki, mely a régi, közös kocsánynyal összefüggésben marad, s így képződnek a gyakran igen gazdagon villaszerűleg elágazó faalakú telepek.

Az ázalékállatkák oszlási sarjadékai szervezetüket tekintve, a legtöbb esetben teljesen megegyeznek a kifejlett alakokkal, vagy csak igen alárendelt értékű nagyságbeli s alaki különbségekben térnek el. Az Opalinaféléknek kifejlett alakjaitól eltérő apró nemzedékéről már szólottam, s itt még csak a *Vorticella-* és *Acinetafélék* oszlási sarjadékairól kell megemlékeznem. Az előbbieknél, melyekkel az *Ophrydiumfélék* természetes csoportot képeznek, azon oszlási sarjadékon, mely az anyai kocsányt, vagy hüvelyt elhagyja, testének hátsó felében finom csillószőrkoszorú nő ki, melynek segítségével előre irányított hátsó véggel egy ideig szabadon rajzik, hogy letelepedve, azt ismét elveszítse; ezen csillószőrök Stein szerint a *Lagenophryseknél* a laposra nyomott oszlási sarjadék hasi oldalán fejlődnek s elül és hátúl megszakasztott koszorút képeznek.[2] Különben ezen csillószőrkoszorú a Vorticellaféléknél mindannyiszor kifejlődik, valahányszor helyüket bármely okból elhagyják, a *Trichodináknál* pedig állandóan megmarad. Az Acinetafélék oszlási sarjadékainak felületén végre csillószőrök fejlődnek ki, melyeknek segítségével holotrich ázalékállatka alakjában rajzásra kelnek, hogy alkalmas helyen megtelepedvén, a csillószőröket ismét elveszítsék. Különben ezen ideiglenes csillószőrözet, mint a Vorticellafélék hátsó csillószőrkoszorúja, oszlásban nem levő Acinetákon is felléphet mindannyiszor, valahányszor az Acineta rögzítési helyén bármely oknál fogva rosszul érzi magát, s azt el akarja hagyni: ezt észlelte nevezetesen Hertwig R.[3] s Maupas[4] a *Podophrya fixánál,* mely, mint az utóbbi búvár megjegyzi, épen nem érdemli meg a «*fixa*» nevet,

[1] Die Inf. 20.
[2] Der Org. I. 92.
[3] Ét. III. 163.
[4] A tordai és szamosfalvi sós tavak ázalagfaunája. (Magy. orv. és term. vizsg. XVIII. vándorgyűlésének évk.)
[5] Term. rajzi füz. II. (1878) 237.
[6] Neue Infusorien, ZWZ. XXX. (1879) 456.

[1] Id. ért. 443.
[2] Die Inf. 89.
[3] Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) 78.
[4] Sur l'état mobile de Podophrya fixa. CR. Tome 83. (1876) 910.

minthogy kénye-kedve szerint majd kóborol, majd ismét csillószőrözetét elvesztve, oda rögzíti magát.

Az ázalékállatkák oszlása tulajdonképen mindig sarjadzással kapcsolatos, mely legegyszerűbb esetben, pl. az *Opalinafélék* apró egyénekre való oszlásánál, csupán az oszlási széleknek elzáródására, mintegy behegedésére szorítkozik; többnyire azonban az oszlási felek hiányzó részeinek sarjadzás útján való kiegészítődését eredményezi; sőt számos esetben, mint az *Oxytricha-*, *Aspidisca-* és *Euplotesféléknél,* mindkét oszlási fél egész csillószőrrendszere megujúl, tehát jogosan mondhatja STEENSTRUP, hogy az ázalékállatkák oszlása nem egyszerű kettéválás, hanem két egyénnek belső sarjadzás útján való újraképződése, melynél az anyaegyén elvész.[1]

Ezen belső, kiegészítődésre, vagy két fiókegyénnek az anyaegyén keretén belül való újraképződésére vezető sarjadzáson kívül, melyet az általánosan elfogadott kifejezéssel, a fentebbiekben oszlásnak neveztünk, bizonyos ázalékállatkák részint felületükön, részint belsejükben képződő valódi sarjakkal, bimbókkal szaporodnak.

A szájjal bíró ázalékállatkáknál a szoros értelemben vett sarjadzás ritka. Ezek között kizárólag sarjadzással szaporodik a *Spirochona gemmipara* és *Sp. Scheutenii,* melyek közül részletesebben csak a Gammarusok kopoltyúin élő *Sp. gemmipara* sarjadzása ismeretes.[2] A sarjak, melyek fiatal egyéneken ép oly gyakran képződnek, mint a teljes nagyságukat elérteken, a Spirochona oldalán fejlődnek, még pedig majd egy, majd kettő, mely utóbbi esetben mindig a hátsó az idősebb. A sarjak, még mielőtt az ezen nemre annyira jellemző pörge tölcsérük kifejlődött volna, leválnak az anyaegyénről, hogy rövid rajzás után a Gammarus kopoltyújának szegélyére telepedjenek. A sarjadékok magja STEIN szerint az anyaegyén magjától egészen függetlenűl képződik; BÜTSCHLI ellenben kimutatta, hogy a sarjadék magja az anyaegyén magjából oszlás útján válik le s hogy a mag állományában oszlása közben épen olyan finom sávolyzat lép fel, mint az oszlás útján szaporodó ázalékállatkák magjában.[3]

[1] Vidensk. Meddelels. for 1860. p. 334. V. ö. LEUCKART, Bericht. AN. 27. Jahrg. II. (1862) 365.

[2] STEIN, Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. (1851) 489.

[3] Ueber Dendrocometes paradoxus etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 60.

Már fentebb említettem, hogy a *Lagenophryseknek* a többi szájjal bíró ázalékállatkák oszlási irányától egészen eltérő ferdeirányú oszlása, felfogásom szerint inkább sarjadzásnak tartandó; még inkább magán viseli a sarjadzás bélyegét a Lagenophryseknek azon másik szaporodási módja,[1] melynél a Lagenophrys hátsó végéből egy kis részlet fűződik le, s mely szaporodási módot STEIN is sarjadzásnak tekint. A lefűződött sarjadék nem változik át hasoldali csillószőrkoszorút viselő rajzóvá, mint a ferde oszlásnál, hanem 2—4 apró rajzóra oszlik, melyek egészen megegyeznek a többi Vorticellafélék hátsó csillószőrkoszorús oszlási sarjadékaival.

SPALLANZANI már 1776-ban egy *Vorticella* alsó testvégének oldalán egy kisebb egyént látott ülni, melyről úgy ő, valamint a későbbi búvárok, kik ugyanezt észlelték, úgy vélekedtek, hogy sarjadzás útján fejlődtek, s valóban a Vorticellaféléknek hosszirányú oszláson kívül sarjadzás útján való szaporodásában 1867-ig senki sem kételkedett. A mondott évben STEIN nagy monografiájának második részében [2] azon fontos felfedezést közölte, hogy ezen sarjadékokhoz hasonló kisebb egyének *(apró rajzók, mikrogonidiumok)* korántsem sarjadzanak a nagyobb egyénből, mi első tekintetre oly valószínűnek látszik, hanem ellenkezőleg egybekelnek s egygyéolvadnak a nagyobb egyénnel, melyre mintegy ráoltották magukat, s ezen sajátságos egybekelési módot, melynek létezését GREEFF,[3] BALBIANI,[4] ENGELMANN,[5] BÜTSCHLI [6] s mások vizsgálatai megerősítették, *rügyszerű egybekelésnek (Knospenförmige Conjugation)* nevezte. Ezen fontos felfedezésnek, melyre alább még visszatérek, közlése és megerősítése után a Vorticellaféléknek sarjadzás útján való szaporodását egészen elvetették, míg legújabban ENGELMANN kimutatta, hogy a *Vorticella microstománál* a tévesen sarjadzásnak tartott rügyszerű egybekelésen kívül valódi sarjadzás is előfordúl,[7] mely egyidejűleg számos egyénen észlelhető, mintegy epide-

[1] STEIN, Neue Beiträge etc. ZWZ. III. (1851) 504. Továbbá: Die Inf. 90.

[2] 137.

[3] Untersuchungen über den Bau und die Naturgesch. der Vorticellen. AN. 37. Jahrg. (1871) 210.

[4] Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Tome 81. (1875) 676.

[5] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 621.

[6] Studien etc. 443.

[7] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 578.

miaszerűleg lép fel, s melynél a sarjadzás útján keletkező kisebb egyén a kocsányán maradó anyaegyént elhagyja, hogy más kocsányos egyént keressen fel s magát erre rügyszerűleg ráoltsa; különös fontosságú ENGELMANN-nak azon megfigyelése, hogy a sarjadéknak magja az anyaegyén magjából lefűződés által jő létre, ép úgy, miként ezt, mint fentebb említők, BÜTSCHLI a *Spirochona gemmipara* sarjadékának magjáról kimutatta.

Fentebb alkalmam volt már kiemelni, hogy az *Acinetaféléknél* az oszlás a ritkábban észlelhető szaporodási módok közé tartozik; a *Podophrya fixának*, az *Urnulának*, valamint a *Sphaerophryának* általában oszlásnak tartott szaporodási módja is, melynél a leváló sarjadék rendesen kisebb a helytmaradónál, felfogásom szerint helyesebben nevezhető sarjadzásnak, mint oszlásnak. Különben a külső, azaz a felületéből kiinduló sarjadzás sem képezi az Acinetafélék rendes szaporodási módját. Ily külső sarjadzást ismerünk HERTWIG R. vizsgálataiból a *Podophrya gemmiparánál*,[1] mely érdekes tengeri Podophryát HERTWIG igen nagy mennyiségben találta Helgoland mellett a Hyroidok és Bryozoumok telepein. A nyelvalakú sarjak rendesen 4-ével 6-ával, nagyobb példányoknál 8—12-ével, csak ritkán fejlődnek kettesével, vagy épen magánosan a Podophrya testének elszélesedett kocsányelleni végén, koszorúba rendeződve. A sarjak külső oldala domború, míg a belső, azaz az anyaegyén hossztengelye felé tekintő, teknőszerűleg kivájúl, mely vájulat párkányán finom sávok s ezeken igen finom, tömötten álló csillószőrök fejlődnek; ezen sarjadékok, melyek e szerint tehát hypotrichok, miután plasmájukban nehány lüktető üröcske fejlődött s miután bizonyos nagyságot elértek, alapi végükön mintegy kimetsződnek az anyai plasmából, hogy rövid ideig tartó nehézkes rajzás után letelepedve, Podophryákká fejlődjenek. — Fontos kérdés az, hogy mily módon képződik a sarjak magja, mely leváláskor már a *P. gemmiparára* jellemző patkóalakú. CLAPARÈDE és LACHMANN,[2] valamint STEIN is[3] abban vélik az oszlás és sarjadzás közötti különbség lényegét, hogy az utóbbi folyamatnál a sarjadék magja az anyaegyén magjától egészen függetlenül képződik. Hogy ennek a Vorticellafélékre és Spirochonára nincs érvénye, hanem hogy a sarjak magja az anyaegyén magjából fűződik le, mint a sejtek sarjadzás útján történő szaporodásánál általában, ezt fentebb, ENGELMANN és BÜTSCHLI újabb vizsgálataira támaszkodva, már előadtam. Hogy e tekintetben az Acinetafélék sem képeznek kivételt, ezt ismét HERTWIG vizsgálatai bizonyítják s minden kétség fölé emelik. A *P. gemmipara* magja, mint épen említettem, patkóalakú; a szaporodás idejében azonban elágazó sarjak nőnek ki belőle, minek következtében egészen olyan szabálytalan ágas-bogas alakot nyer, mint számos hernyó szövő- és nyálmirigyei, valamint Malpighi-féle edényei mirigysejtjeinek magja. Ezen magsarjadékok belenőnek a Podophryából kisarjadzó rügyekbe, hogy végre az anyamagról lefűződvén a rajzók magjaivá változzanak. Egészen megegyező módon írja le FRAIPONT a *Podophrya Benedeni* 1—5 között változó számmal képződő külső sarjadékainak fejlődését, mely sarjadékok csillószőrezetük tekintetében sem térnek el a közel rokon *P. gemmiparának* sarjadékaitól.[1]

Külső sarjadzást ismerünk továbbá CLAPARÈDE és LACHMANN,[2] WRIGHT,[3] HINCKS,[4] KOCH[5] és FRAIPONT vizsgálatai szerint[6] az *Ophryodendron*-nem fajainál, melyek különben, mint alább még alkalmam leend előadni, belső rajzósarjakkal is szaporodnak. Ezen sajátságos tengeri Acinetafélék két különböző alakban fordúlnak elő: ú. m. *orrmányos (Proboscidiens,* (FRAIPONT) és *palaczkalakban, (Lagéniformes* FRAIPONT); az előbbiek teste körtealakú s bunkósan duzzadt szabad vége egy kissé oldalt álló, hosszúra kinyujtható s visszahúzható vaskos ormánynyal tűnik ki, mely szabad végén szétszórt, vagy ecsetszerűleg csoportosult rövid tapogatókat visel, míg a másik alak, mely az elnevezésére használt alakkal bír, ily orrmányt nem visel. HINCKS szerint mind az orrmányos, mind a palaczkalakú, a többi búvár szerint ellenben

[1] Ueber Podophrya gemmipara nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Sellung der Acineten. MJ. I. (1875) 20.

[2] Études. III. 239. és 251.

[3] Die Infusionsthiere. 28, 90, 209; és Der Organismus II. 129.

[1] Recherches sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende. 2 partie. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique. II. sér. Tome 45. (1878) 278.

[2] Études. III. 145.

[3] Annals and Magazine of Natural History, Vol. VIII. 3. ser. 1861. V. ö. FRAIPONT.

[4] Quarterly Journ. of Microcop. Science. Vol. XIII. New ser. 1873. V. ö. FRAIPONT.

[5] Zwei Acineten auf Plumularia setacea, Ellis. Jena. 1876. V. ö. FRAIPONT.

[6] Recherches etc. 1. partie. Bullet. de l. Acad. roy. de Belguique. II. sér. Tome 44. (1877) 784.

csak az orrmányos Ophryodendronok szaporodnak külső sarjadzással. A sarjak egyenkint vagy párosával képződnek az Ophryodendron bunkós végén s miután a *Podophrya gemmipara* és *P. Benedeni* sarjaihoz hasonlóan a magból kisarjadzott s lefűződött részletet nyertek s bizonyos nagyságot elértek, az anyáról lefűződnek, hogy lehullva azonnal megtelepedjenek; csillószőröket legalább egyik búvár sem látott a sarjakon fejlődni. FRAIPONT valószínűnek tartja, hogy a levált sarjakból először palaczkalakú egyének képződnek, melyek később orrmányosokká változnak át: e szerint tehát a palaczkalakúak az orrmányosoknak fiatalkori alakját, mintegy álczáját képviselnék. KOCH ellenben azt véli, hogy a palaczkalakú egyének, miután rövid kocsányukról leváltak, ráoltják magukat az orrmányos egyénekre, ezekbe beleolvadnak s hogy az alább tárgyalandó belső rajzósarjadékoknak fejlődését egy orrmányos s egy palaczkalakú egyén egygyéolvadása eredményezi. — Hogy melyik felfogás felel meg a valónak, ezt csak további búvárlatok fogják eldönthetni.

FRAIPONT az *Acineta divisánál* még egy igen sajátságos s a többi Acinetaféléknél eddigelé még nem észlelt szaporodási módot fedezett fel,[1] mely, bár az eddig tárgyalt külső sarjadzási módoktól lényegesen eltér, még sem tekinthető egyébnek, mint a sarjadzás egy különös módjának, — feltéve természetesen, hogy ezen rügyek csakugyan az Acinetához tartoznak. — Ezen szaporodási módnál az Acineta testének szabad végén, a szivófonalak között, 1—5 zacskószerű rügy, vagy, mint FRAIPONT nevezi, *szaporodási kitüremlés (diverticules générateurs)* fejlődik. A kitüremlések teljesen kifejlődött állapotban bőségszaru-alakúak s finom cuticulával borítottak, mely a kitüremlés szabad végén meglehetős nagy, kerek, kettős-körvonalú nyilástól van áttörve. A kitüremlések világos plasmájában egy lüktető üröcskét s egy négyszögletes magot, ebben pedig szabálytalan alakú magocskát lehet megkülönböztetni. FRAIPONT a kitüremlések képződését a fejlődés különböző stadiumán levő alakok összehasonlítása alapján a következő módon adja elő: az anya-Acineta felületén kisded szemölcsszerű emelkedés sarjadzik, melynek képződésében csupán az ectoplasma vesz részt, mely az anyai cuticulát magával türemlíti s lassankint a jellemző bőségszaru-alakú képletté növekedik. A kitüremlés magja nem származik, mint egyéb sarjaknál, az anyai magból, hanem ettől egészen függetlenül, endogen úton fejlődik. Csupán egyetlen alkalommal látott FRAIPONT ily kitüremlés nyilásából csillószőrkoszorúval ellátott, tojásdadalakú rajzót kibujni, mely teljesen megegyezett az Acinetaféléknek alább tárgyalandó belső rajzósarjadékaival. Ezen észleletre támaszkodva tartja FRAIPONT a szóban forgó rügyszerű képződményeket szaporodásra szolgáló kitüremléseknek s felteszi, hogy a kitüremlésekben észlelt mag és lüktető üröcske a körvonalaiban meg nem különböztethető endogen úton fejlődött rajzóhoz tartozik; mivel pedig azon kitüremlés belsejében, melyből a rajzót kibujni látta, magot s üröcskét tartalmazott, felteszi, hogy egy kitüremlésben több rajzó képződhetik.

Mint az adott leírásból látható, a kitüremlések egész fejlődésmenete s a kitüremlésekben endogen úton képződő rajzókkal történő egész szaporodás annyira eltér azon szaporodási módoktól, melyeket ez idő szerint az Acinetaféléknél ismerünk, hogy méltán merül fel kétség az iránt, vajjon ezen sarjadékszerű képződmények csakugyan szaporodásra szolgálnak-e?

Két lehetőségre lehet itt gondolni: először is arra, hogy a kitüremlések élősdi szervezeteknek felelnek meg; másodszor pedig arra, hogy a kitüremlések nem sarjadzás útján fejlődtek, hanem ellenkezőleg az Acinetára rátelepedett rajzóknak felelnek meg, melyek mint a Vorticellafélék hosszasan sarjadzásnak tartott rügyszerű egybekelési folyamatánál, az Acinetába, melyre ráoltották magukat, beleolvadnak. E két lehetőség között felfogásom szerint az utóbbié a nagyobb valószínűség. — Ha tekintetbe veszszük ugyanis a kitüremlések fejlődésének minden eddig pontosan ismert sarjadzástól eltérő, csaknem hihetetlennek látszó menetét, nevezetesen azt, hogy, FRAIPONT szerint, a sarjadzásban csak az ectoplasma vesz részt s hogy a sarjadék magja az anyai magtól egészen függetlenül képződik; ha tekintetbe veszszük továbbá azt, hogy az egyes fejlődési stadiumoknak azon részletei, melyek a sarjadzással egyáltalában össze nem egyeztethetők, melyeknek létezésében azonban FRAIPONT pontos vizsgálatai után nincs okunk kételkedni, egyszerre érthetőkké válnak, ha a sarjakat beolvadásban levőknek tekintjük, — s ezt egészen jogosan tehetjük, minthogy FRAIPONT az egyes stadiumok egymásutánját közvetetlenül nem észlelte, hanem több különböző fejlettségű sarjadék összehasonlítása útján csak kombinálta —: úgy a leg-

[1] Recherches etc. Tome 44. (1877) 805.

nagyobb valószínűség szól a mellett, hogy e leírt rendkívüli szaporodási mód voltaképen nem is szaporodásnak, hanem rügyszerű egybekelésnek felel meg. — Azon kis rajzó, melyet FRAIPONT egyetlen alkalommal a kitüremlésből látott kibujni, ezen felfogás ellen érvűl nem hozható fel, mivel maga FRAIPONT ezen apró rajzónak a kitüremlésben való fejlődését közvetetlenűl meg nem figyelte, hanem ezt csupán felteszi; másrészt pedig igen valószínűnek látszik, hogy FRAIPONT épen oly rajzót látott, mely a ráoltásra magának helyet keresett. — Vajjon a FRAIPONT-tól észlelteknek ezen értelmezése megfelel-e a valónak, ezt csak további vizsgálatok fogják eldönthetni.

Némileg a FRAIPONT-tól leírtra emlékeztet azon szintén igen kétes természetű szaporodási mód, melyet STEIN az *Acineta mystacinánál* észlelt,[1] s mely első pillanatra szintén külső sarjadzásnak látszik. STEIN ugyanis a nevezett Acineta felületén, a szivófonalak pamatai között, 1—5 kocsonyás falú tömlőt észlelt, melyek összefüggésben állottak magának az Acinetának burkával, ennek mintegy zsebszerű kitüremléseit képezve. Mindegyik tömlőben egy-egy rajzó foglalt helyet, melyekről felteszi STEIN, hogy az Acineta belsejében képződtek s innét nyomultak a felületre, az Acineta burkát zsebszerűleg magukra türemlítve. Azt, vajjon csakugyan a STEIN-tól feltett módon fejlődnek-e a rajzót rejtő sarjadékszerű képletek s hogy mi lesz később a rajzókból, egyelőre nem lehet eldönteni, minthogy sem STEIN későbbi munkáiban, sem az *Acineta mystacinával* foglalkozó egyéb búvárok nem tesznek említést a szóban forgó sarjadékszerű képletekről.

Sarjadzás ismeretes végre az Acinetafélék között még a *Dendrosoma radiansnál*[2] és *D. Astacinél*,[3] melyeknél azonban a sarjak az anyaegyénnel összefüggésben maradnak s faalakúlag elágazó telepek képződéséhez vezetnek. — Igy fogja fel legalább a Dendrosoma testét EHRENBERG, valamint CLAPARÈDE és LACHMANN, míg STEIN az egyes sarjak egyéniségét kétségbe vonja s az egész Dendrosoma-telepet egyetlen többé-kevésbbé elágazó egyénnek tekinti; bármiképen értelmezzük is azonban a Dendrosoma értékét, annyi mindenesetre áll, hogy a szivófonalakat viselő egyes ágak sarjadzás útján jőnek létre.

[1] Die Infus. 69.

[2] EHRENBERG, Monatsber. d. berl. Akad. (1837) 152. V. ö. STEIN, Der Org. I. 93. Továbbá: EHRENBERG, Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisations-Præparate des mikroskopischen Lebens. Abhandl. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1862. 72. — CLAPARÈDE et LACHMANN, Études III. 140.

[3] STEIN, Der Org. I. 93.

Az Acinetaféléknek belső rajzósarjadékok útján való szaporodása.

Az Acinetaféléknek legáltalánosabb, mondhatnók rendes, szaporodási módját a *rajzósarjak (Schwärmsprösslinge, Stein)*, vagy a belső sarjadzás által fejlődő *embriók (embryons, Claparède et Lachmann)* útján való szaporodás képezi, melynek felfedezése STEIN búvárlatainak kétségkívül legelső fontos eredményét képviseli. STEIN ezen felfedezést a *Podophrya Cyclopumon* és *Acineta Lemnarumon* már 1848-ban tette s részben már a következő évben,[1] részben csak hat évvel később az Acineta-elméletet kifejtő első nagy munkájában[2] közölte. Az Acineták belső rajzósarjak által történő szaporodásának tanát úgy STEIN-nak, valamint valamennyi újabb búvárnak vizsgálatai megerősítették.

Ezen rajzósarjak, vagy embriók, az Acinetafélék testének belsejében mindig a mag mellett képződnek s miután az alább tárgyalandó szervezetet elérték, külön szülőnyiláson át üríttetnek ki, miközben az anya-Acinetina testén többnyire összehúzódások, mintegy szülési erőlködések észlelhetők. A szülőnyilás többnyire a kocsányelleni sarkon van s azon időben, midőn az Acinetina rajzósarjat nem rejt, vagy egészen el van záródva s észrevehetetlen, vagy, mint az *Acineta foetidánál*, melynél a lüktető üröcske vezetékét is elfogadja, csak el van szükűlve s mintegy ajkaktól oly módon körülszorítva, mint a Vorticellafélék összehúzódott teste a harang peremétől. BÜTSCHLI szerint a rajzósarjat tartalmazó *Podophrya quadripartitánál* ezen előbb tölcsérszerű bemélyedésnek látszó szülőnyilás oldalai szülésre készülve, kicsúcsorodnak, úgy, hogy — mint BÜTSCHLI mondja, — kisértetbe jöhetne az ember az egészet szájnyilásnak tartani.[3] Ugyanezen búvár szerint a *Dendrocometes paradoxusnál* a szülőnyilástól egy garatszerű *S*-alakulag hajtott cső vezet a test belsejébe s itt egy tágulattal, a sarjadzási ürrel *(Knos-*

[1] Untersuchungen über die Entwickelung der Infusorien. AN. 15. Jahrg. I. (1848) 134.

[2] Die Inf. 53.

[3] Ueber Podophrya etc. JZ. X. Neue Folge III (1876) 294.

penhöhle)[1] végződik. Az *Acineta foetida* szülőnyilása, vizsgálataim szerint, szintén hártyás járatba vezet, alsó része pedig lombikszerűleg kitágúl. A kirajzás megtörténtével ezen sarjadzási űr, — mely élénken emlékeztet a gazdasejtjüket áttörő Chytridium-tömlőkre, továbbá azon lombikalakú tömlőkre, melyeken át a csillószőrös ázalékállatkák ú. n. acinetaalakú embriói jutnak a külvilágba, — mint valamely üres hólyag összeránczosodik, a plasmának összehúzódása következtében azonban a kirajzás után ismét teljesen elenyészni látszik. A *Podophrya cothurnatánál* ezektől eltérőleg a szülőnyilás az anya oldalán haránt irányban kihasadó tekintélyes rés alakjában lép fel.[2]

Az Acinetafélék rajzósarjainak fejlődését illetőleg két egymással ellenkező s egy közvetítő nézet uralkodik. Claparède és Lachmann,[3] továbbá Lieberkühn[4] szerint e rajzósarjak egészen az anya-Acineta lefűződött magrészletéből fejlődnek, míg Engelmann,[5] Hertwig R.,[6] Bütschli[7] és Fraipont szerint[8] ellenben a rajzóknak csupán magja származik az anya-Acineta magjától, testének többi része ellenben az anya protoplazmájától, mely a magsarjadék körül az anyai plasmából mintegy kimetsződik; Stein szerint végre[9] a rajzók vagy a mag csapalakú nyulványa körűl fejlődő rügyből, — tehát az anya magjából és protoplazmájából, — vagy csupán csak a magnak egy lefűződő részletéből képződnek.

Az Acinetafélék rajzóinak fejlődését kétség kívül legbehatóbban Hertwig R., Bütschli és Fraipont tanulmányozta, s ezen búvárok, mint épen említém, az Engelmann-féle felfogást erősítették meg. Bütschli-nek a *Podophrya quadripartitán* és *Dendrocometes paradoxuson* végzett tanulmányai pedig még azon fontos részlettel is megismertettek, hogy a szaporodásban levő Acinetafélék magjában ugyanoly finom sávolyzat lép fel, mint a többi csillószőrös ázalékállatkáknak s a sejteknek oszlásra vagy sarjadzásra készülő magjában.*

Én magam, régebbi vizsgálataim alapján, a sósvizi *Acineta foetida* tárgyalásánál határozottan a Claparède-Lachmann-féle nézet mellett nyilatkoztam;[1] újabb vizsgálataim azonban, melyeknél Hertwig-et s Fraipont-ot követve, a rajzók fejlődésének tanulmányozására festőszereket használtam, teljesen meggyőztek saját felfogásomnak téves, ellenben az Engelmann, Hertwig R., Bütschli és Fraipont-tól képviselt felfogásnak helyes voltáról. Ezeknek alapján csak megerősíthetem, hogy a rajzósarjaknak tényleg csupán magjuk származik az anya magjától, míg testüket, mely a rajzó fejlődésének korai szakában az aránylag nagy magsarjadék körűl gyakran csak igen vékony réteget képez, az anyai plasma szolgáltatja. E szerint tehát, miként Hertwig R. és Bütschli kifejtette, az Acinetafélék rajzósarjadékainak fejlődése tényleg nincs ellentétben egyéb ismeretes sejtszaporodási módokkal: lényegében nem tekinthető sarjadzásnál egyébnek, mely a sejtnek nem külső felületén, hanem belsejében megy véghez s melynél, mint egyéb sejtszaporodási módoknál a mag és protoplasma egyaránt részt vesz. — Ha mindezek után tekintetbe veszszük, hogy a sejteknek legáltalánosabb s bizonyára eredetinek, elsődlegesnek tekinthető szaporodási módját, az oszlást, a sarjadzással az átmenetek egész sorozata összekapcsolja, s hogy az Acinetafélék belső rajzósarjai voltaképen szintén sarjadzás, azaz módosult oszlás útján fejlődnek, mely belső sarjadzásban ismét csak módosulását tekinthetjük azon külső, a véglény felületéből kiinduló sarjadzásnak, minőt a *Podophrya gemmiparánál* ismerünk: egészen megokoltnak kell tartanunk Hertwig R. azon tételét, hogy az Acinetafélék szaporodása is teljesen a sejtoszlás elvei szerint foly le.[2]

Az Acinetafélék rajzósarjainak fejlődése semmi összefüggésben sincs az anyaegyén nagyságával vagy

[1] Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 55.

[2] Stein, Die Infus. 73. — Clap. et Lachm., Études. III. 126.

[3] Études, III. 108.

[4] Ueber Protozoen. Aus einem Sendschreiben an C. Th. von Siebold. ZWZ. VIII. (1856) 307.

[5] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 376.

[6] Ueber Podophrya gemmipara etc. MJ. I. (1875) 58.

[7] Ueber die Entstehung des Schwärmsprösslings der Podophrya quadripartita Clap. et Lachm. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 287. — Továbbá: Ueber Dendrocometes Paradoxus, Stein etc. ZWZ. XXXVIII. (1877) 49.

[8] Recherches sur les Acinetiniens de la côte d'Ostende. Bullet. de l'Acad. roy. de Belguique 2. série. Tome 44—45. (1877—78) 247. és 475.

[9] Die Infusionsthiere 164. és 217. Továbbá: Der Organismus. II. 139.

* Különben már Stein is említést tesz arról, hogy a *Dendrocometes* magja szaporodás alatt finoman hosszirányban sávolyzott, vagy hullámzatosan ránczozott *(Die Inf. p. 214.)*

[1] Term. rajzi füz. II. köt. (1878) 252.

[2] Id. ért. 70.

érettségével: apró egyénekben ép oly gyakran lehet rajzósarjakat találni, mint nagyokban. Ha már egyszer a rajzósarjak fejlődése megkezdődött, többnyire gyorsan ismétlődik, úgy hogy az anyai test végkép kimerül, az utolsó rajzó csaknem egészen magába veszi az anyai testet s ez esetben, valamint akkor, midőn a rajzó igen nagy, a rajzóképződés csak mintegy vedlésnek látszik; ezt észlelte STEIN az *Acineta Astacinél*,[1] BÜTSCHLI pedig a *Dendrocometesnél*.[2]

A rajzósarjak leggyakrabban egyenkint képződnek, s miután teljes fejlettségüket elérték, egyenkint rajzanak ki az anyai testből. Némely Acinetafélék ellenben egyidejűleg több rajzót rejtenek: így a *Podophrya Troldnál* CLAPARÈDE és LACHMANN 2, a *P. Lyngbyinél* 5, a *P. Pyrumnál* 4—8 rajzósarjat észlelt.[3] A *Podophrya quadripartitánál* többnyire egyetlen aránylag nagy rajzósarj fejlődik, máskor ellenben CLAPARÈDE és LACHMANN ugyanezen Acinetaféléken igen nagyszámú, 16—24 igen apró embriót észlelt.[4] A kalandos termetű *Ophyodendron abietinumnál* CLAPARÈDE és LACHMANN szintén kétféle nagyságú rajzósarjakról tesz említést: a nagy rajzók kettesével képződnek, míg az apró rajzók száma 16—20, sőt néha még ennél is több.[5] — Vajjon a nagyobbszámú embriók valamennyien egyenkint sarjadzanak-e, vagy pedig egyetlen sarjadzás útján fejlődő rajzónak az anyai testen belül való ismétlődő oszlása vagy sarjadzás által szaporodtak, az eddigi észleletek alapján biztosan alig dönthető el; CLAPARÈDE és LACHMANN leírása után az utóbbi látszik valószínűbbnek, minthogy a nevezett búvárok szerint az egyes rajzócsoportok gyakran külön, vékonyfalú tömlőkben fészkelnek.

Az Acinetafélék rajzósarjai alakjukat s csillószőrözetüket tekintve egymástól, s természetesen a kifejlett Acinetafélétől is, nagyon különböznek. Vékonyabb, vagy vastagabb réteget képező protoplazmatestük majd világos aprószemecskéjű, majd a kifejlett Acinetafélékével megegyező durva szemecskék, rögök miatt sötét. Magjuk, — azon Acinetaféléknél is, melyeknek magja kifejlett állapotban megnyúlt, patkóalakú, vagy elágazó, — többnyire gömbölyü. Lüktető üröcskéik száma az egy, vagy kevés üröcskével bíró Acinetaféléknél megegyezik a kifejlett alakok üröcskéinek számával; a nagyszámú üröcskékkel bíro Acinetafélék (pl. *Podophrya cothurnata, P. Steinii, Acineta lingvifera)* rajzósarjai ellenben mindig kevesebb számú üröcskével vannak ellátva.

A legtöbb Acinetaféle rajzósarja tojásdadalakú s testének mellső felében, közelebb a mellső sarkhoz, vagy ettől távolabb egy vagy 2—4 csillószőrövet visel; az ilyen rajzók az összetéveszthetésig megegyeznek a Vorticellaféléknek kocsányukról levált s ideiglenes csillószőrkoszorújok segítségével rajzó egyéneivel, különösen a rügyszerű egybekelésre való, alább tárgyalandó kis Vorticella-rajzókkal; meglepően emlékeztetnek továbbá, különösen az egyetlen csillószőrövet viselők az Oedogoniumok rajzóspóráira.

Ezen csillószőrövet viselő (peritrich) tojásdadalakú rajzósarjak, melyek mint említém, leggyakoriabbak, felfogásom szerint, az Acinetafélék rajzósarjainak typusa gyanánt tekinthetők, melyre az ettől látszólag egészen eltérő alakú- és csillószőrözetű rajzósarjak erőltetés nélkül visszavezethetők.

Könnyebb tájékozás kedveért a tojásdadalakú peritrich rajzókon három tengelyt különböztessünk meg: egy főtengelyt, mely a középvonalban fut végig s a rajzó testének mellső és hátsó sarkát köti össze s az alább előadandókra való tekintetből, két melléktengelyt, melyek a főtengelyt, valamint egymást is középpontjukon függélyes irányban keresztezik. — Világos, hogy a tojásdadalakú peritrich rajzóknál, melyek HAECKEL osztályozása szerint az egyenlőtlensarkú főtengelyes alapalakhoz — Protaxonia diplopola[1] — tartoznak, a főtengely összeesik a rajzó hossztengelyével, míg az egyenlő sarkokat összekötő melléktengelyek a rajzó haránttengelyeinek felelnek meg.

Ezeket előrebocsátva az Acinetafélék rajzósarjait csillószőrözetük szerint a következő csoportokba lehet foglalni.

a) *Peritrich rajzók.* Minthogy ezen typikusoknak vett s leggyakoribb rajzók leírását már a fentebbiekben előadtam, csak annyit akarok itt még megjegyezni, hogy a fő- és melléktengelyeik közötti hoszszasági viszony különbségei szerint majd tojásdadok, majd inkább hengeresek, s hogy a csillószőrövet, vagy öveket viselő testtájuk gyakran befűződött, minek következtében alakjuk a piskótáéhoz hasonló körvonalat nyer. Ezen peritrich rajzók között a legegyszerűbbek, a kiindulást képezők, mindenesetre azok, melyek csupán egyetlen csillószőrövet viselnek.

[1] Der Org. I. 105.
[2] Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 58.
[3] Études, III. 108.
[4] Études. III. 116.
[5] Études. III. 146.

[1] V. ö. Generalle Morphologie I. 426.

b) *Hypotrich rajzók.* Ezeknek a typusúl vett rajzóktól való fő különbsége abban áll, hogy azon tengelyük, mely a peritrichek főtengelyének felel meg s ezeknél mindig a hossztengelylyel esik össze, a két melléktengelynél rövidebb, azon sarkuk pedig, mely az egy vagy több csillószőröv előtt fekszik, el van lapúlva, vagy épen teknőszerűleg bemélyedt; ezen viszonyok következtében a rajzó testén domború hát- s lapos vagy épen vájt hasoldal különült el, mely utóbbi körül van szegélyezve az egy vagy több csillószőrövtől. Mindezekhez többnyire még az is járúl, hogy a rajzó teste az egyik melléktengely irányában megnyúlt, minek következtében az egyik melléktengely a rajzó hossztengelyévé, a másik oldaltengelyévé, az eredeti főtengely ellenben hát-hasi tengelyévé változik. A viszony a peritrich és hypotrich rajzók között tehát körülbelül olyan, mint pl. egy Holothuria és egy Clypeaster között. Hypotrich rajzósarjai vannak pl. a *Podophrya Carchesiinek*, melynek sapkaalakú rajzói élénken emlékeztetnek a Trichodinákra,[1] ellipszis vagy tojásdad körvonalú, elül csonkított, rajzói vannak a *Dendrocometes paradoxusnak*,[2] erősen lapított lencsealakú rajzói a *Trichophrya Epistylidisnek*[3] az *Acineta digitatának* és *Dendrosoma Astacinak*;[4] hasonlóképen hypotrichek az *Ophryodendron abietinumnak* mind nagy, mind apró rajzói;[5] a *Podophrya gemmiparának* nyelvalakú, külső rajzósarjai végre szintén hypotrichek s különösen kitűnnek hasoldaluk teknőszerű vájulatával.

c) *Holotrich rajzók.* Az ide tartozó Acinetafélék rajzói a peritrich rajzóktól legegyszerűbb esetben csupán abban térnek el, hogy a csillószőrözet a rajzó egész felületét elborítja. Ily rajzókat észleltem én az *Acineta foetidánál.*[6] Ezen teljes csillószőrözet fejlődése kétféle módon történhetett; vagy oly módon, hogy a csillószőröveknek rendesen csekély száma tetemesen megszaporodott s így a nagyszámú csillószőrövek az eredetileg peritrich rajzót holotrichhé változtatták; vagy pedig az egész felületet beborító csillószőrözet a csillószőrövtől egészen függetlenűl fejlődött ki. Mindkét lehetőség mellett észleleti adatok szólanak. Az első lehetőség, azaz a mellett, hogy a teljes csillószőrözet csak módosulása, fokozódása magasabb fejlettségi foka a peritrich szőrözetnek, azt hozhatom fel, hogy a *Podophrya quadripartitánál* egész nemzedékeket észleltem, melyeknél a csillószőrövek száma annyira szaporodott, hogy a rajzók testének csupán mellső és hátsó vége nem viselt csillószőröveket s néha ezen csupasz területek oly kicsinyek voltak, hogy az ily rajzók csaknem egészen csillószőrözötteknek látszottak.[1] A másik lehetőséget, azaz azt, hogy a holotrich szőrözet a peritrich szőröyzettől egészen függetlenűl fejlődött ki, BÜTSCHLI-nek a *Podophrya quadripartitán* tett észlelete támogatja. BÜTSCHLI szerint ugyanis a *P. quadripartita* 4 csillószőrövet viselő rajzóinak hátsó testvége is visel egy kis területen fínom csillószőröket.[2] Ezen észleletre támaszkodva valószínűnek tartható, hogy a teljes csillószőrözet, a csillószőrövektől függetlenűl azon csillószőrökből indúlt ki, mely a test hátsó végén kezdetleges állapotban megvan a Podophrya quadripartita peritrich rajzóin, s mely a test hátsó végéből kiindulólag borította el a rajzó egész felületét. Bármelyik módon fejlődött azonban a holotrich csillószőrözet, annyi bizonyosnak látszik, hogy a holotrich rajzókra nézve is a peritrichek tekintendők kiindulási alakok gyanánt, melyekre ép úgy visszavezethetők, mint a hypotrich rajzók. A holotrich rajzók csak ritkán tojásdadok, hengeresek, többnyire lapított testűek, mint a hypotrich rajzók, s egyik tengelyük irányában megnyúltak. Holotrich rajzója van a már említett *Acineta foetidán* kívül a *Podophrya cothurnatának*,[3] a *Podophrya Steiniinek*,[4] az *Acineta lingulatának*,[5] az *Acineta solarisnak*,[6] s valószínűleg a *Podophrya Lichtensteiniinek* is.[7] Holotrichek továbbá, mint fentebb már említettem, az oszlással szaporodó Acinetaféléknek oszlási sarjai; holotrich csillószőrözet fejlődik ki végre, mint már szintén említve volt, a helyét változtató *Podophrya fixán.*

A holotrich csillószőrözet módosulásának tekin-

[1] CLAP. et LACHM. Études. III. 114.
[2] STEIN, Die Infus. 214. — BÜTSCHLI, Ueber Dendrocom. etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 58.
[3] BÜTSCHLI, id. m. 308.
[4] STEIN, Der Org. I. 105.
[5] CLAP. et LACHM., Ét. III. 146.
[6] Term. rajzi füz. II. 1878. 255.

[1] Id. ért. id. h.
[2] Id. ért. JZ. X. Neue F. III. (1876) 298.
[3] STEIN, Die Infus. Die diademartige Acinete 73. — CLAP. et LACHM. Études. III. 126.
[4] STEIN, Die Infus. Acinetenzustand der Opercularia articulata 120.
[5] STEIN, Die Infus. Acinete mit dem zungenförmigen Fortsatze 106.
[6] STEIN, Der Org. I. 105.
[7] STEIN, Die Infus. Acinetenzustand der Opercularia Lichtensteinii. 227.

tendő azon tömötten álló csillószőrözet, melyet STEIN az *Acineta Astacinak* tojásdad körvonalú, nagy rajzóinál észlelt, s mely a domború hátoldalnak csupán mellső negyedrészét, a lapos hasoldalnak ellenben mellső két harmadát borítja.[1]

Az Acinetafélék rajzósarjainak még egy sajátságos s ezen ázalékállatkáknál, melyek kifejlett állapotban egészen szájnélküliek, első pillanatra egyenesen meglepő szervezeti elkülönüléséről kell megemlékeznem, s ez a *szájnak* és *garatnak* látszó szerv. Ezen elkülönülésről STEIN tesz először említést a *Dendrocometes paradoxus* rajzósarjainál, melyeknél a test mellső részéből egy hasadék indul ki, mely a rajzó testének egyik oldalán térdszerűleg meghajlik s a test közepéig, vagy még ezen túl is követhető s mely, mint STEIN mondja, egészen megegyezik a *Spirochona gemmipara* sarjadékainak garattá fejlődő csillószőrös résével, csillószőröket azonban nem visel, valamint nyilást sem sikerült rajta STEIN-nek megkülönböztetni.[2] A *Podophrya Trold* leírásánál CLAPARÈDE és LACHMANN is említést tesz ezen Acinetaféle rajzóinak sajátságos csatorna- vagy garatszerű betüremléséről.[3] EBERHARD a *Bursaria truncatella* acinetaalakú embrióiról azt mondja, hogy miután a Bursariából kiszabadúltak, az Acinetákéhoz hasonló tapogatókat nyujtanak ki, melyeket ismét visszahúzva egész felületüket csillószőrök borítják el; erre testük laposra nyomott búzaszem alakját veszi fel, melyen, mint a búzaszemnél, a hosszirányú barázda sem hiányzik s ezen barázdának mellső végén nyilik meg a száj.[4] HERTWIG R. szerint a *Podophrya gemmipara* rajzóinak csúcsos alapi végén (mely az anya Podophryaról lefűződött rajzó mellső végének felel meg,) a hasoldalból egy finom csillószőrökkel borított csöves betüremlés indul ki, mely kissé oldalra hajolva, a rajzó testén át a domború hátoldal felé tart s csillószőrözet nélküli orsódad, üröcskeszerű képletben vakon végződik.[5] — Ezen leírásból látható, hogy a *Podophrya gemmipara* rajzóinak szóban forgó szerve szerkezetét tekintve nagyon megegyezik a csillószőrös ázalékállatkáknak nyeldeklő üröcskéibe nyiló garatjával, például a Parameciumokéval s ettől csupán vak végződésével különbözik.

STEIN említést tesz továbbá még arról, hogy számos Acinetafélének rajzói testüknek egy bizonyos pontján kisded, kerek, szájhoz hasonló szivó korongot viselnek, mely gyakran rövid, csapalakú emelkedésen ül s a rajzó rögzítésére szolgál, midőn ez rajzását befejezve, Acinetává változik. Az *Acineta solaris* és *A. tuberosa* rajzósarjainál ezen szivókorongocska a test mellső végéhez közel, az *Acineta Astacinál* a hasoldalnak mintegy közepe táján foglal helyet; ugyanily köldökszerű szivókorongocskát viselnek a *Podophrya fixának* és *Acineta mystacinának* egész felületükön csillószőrözött oszlási sarjadékai is.[1] Az *Acineta foetida* leírásánál én is tettem említést a holotrich rajzóknak ezen szervéről, melylyel, midőn szilaj rajzásuk közben egy-egy pillanatra megpihennek, idegen tárgyakra, mint valóságos szivókoronggal rögzítik magukat, s melyből a rajzási időszak befejeztével a kocsány nő ki,[2] s egyúttal arra is utaltam, mennyire emlékeztet ezen rögzítő korongocska az Enchelysfélék családjába tartozó ázalékállatkák felhánytszélű, kerek ajakára. Ugyanily korongocskát viselnek bizonyára az Acinetafélék körébe tartozó, a *Holophryákhoz* egészen hasonló, azon ázalékállatkák, melyeket STEIN a *Bursaria truncatellában* igen nagy számmal látott fejlődni, s mint ezen ázalékállatka embrióit írt le.[3]

Hogy az Acinetafélék rajzóinak fentebb tárgyalt garathoz hasonló szerve, a szájjal biró ázalékállatkák hártyás kürtszerűleg csavart garatjával (pl. a Vorticella- és Parameciumfélékével), az épen leírt szivókorongocska pedig az Enchelysfélék családjába tartozó ázalékállatkák ajakával homolog képződménynek tekintendő, felfogásom szerint alig szenvedhet kétséget, s HERTWIG bizonyára jogosan utalt arra, hogy az Acinetafélék rajzóinál észlelt száj és garat, kapcsolatban a rajzók különböző csillószőrözetével, mely, miként láttuk, a heterotrich csillószőrözet kivételével az ázalékállatkák összes többi csoportjainak jellemző csillószőrözetét képviseli, fontos alapokat szolgáltathat, hogy a csillószőrös ázalékállatkák genealogiájának phylogeneticai, vagy, — mit részemről nem tartok épen lehetetlennek, — ontogeneticai összetartozását kimutassuk.[4] Ismereteink jelen állásán ez

[1] Die Infus. wahrscheinlicher Acinetenzustand der Epistylis crassicollis. 237.
[2] Die Infus. 214.
[3] Études. III. 129.
[4] Beiträge zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. ZWZ. XVIII. (1868) 120.
[5] Id. ért. 44.

[1] Der Org. I. 105.
[2] Term. rajzi füz, II. (1878) 255.
[3] Der Org. II. 306.
[4] Ueber Podophrya gemmipara 72.

még nem lehetséges, ezért beérem e helyen ezen viszonyok egyszerű érintésével s csak annyit akarok még itt megjegyezni, hogy az Acinetafélék rajzóinak garatszerű szerve s szájhoz hasonló szivókorongocskája korántsem csökevényes szervek, melyek phylogeneticai magyarázásra szorúlnak: megvannak s fontos feladatra hivatvák ezen szervek az Acinetaféléknél a rajzási időszak befejezte után is. A mi először is a szivókorongocskát illeti, erre nézve, az *Acineta foetidán* tett vizsgálataimra támaszkodva, STEIN állításának [1] helyességét határozottan megerősíthetem; a rajzó, életének kóborló szakát befejezvén, csakugyan evvel tapad meg s miután rögzítette magát, belőle nő ki a kocsány.[2] A mi pedig a garatszerű szervet illeti, ez ismét nem egyéb, mint a kifejlődött Acinetaféléknek már fentebb említett szülőjárata, mely azon időben, midőn az Acinetaféle rajzósarjat nem rejt, többnyire egészen el van záródva s ezért egészen észrevehetetlen. Csak egy pillantást kell vetnünk azon hű rajzokra, melyeket STEIN a *Dendrocometes paradoxus* rajzójáról,[3] BÜTSCHLI pedig ugyanezen Acinetafélének kifejlődött alakjáról ad,[4] hogy meggyőződjünk ezen felfogás helyességéről, azaz arról, hogy a rajzó garatja s a kifejlődött *Dendrocometes* szülőjárata egy és ugyanaz. Sőt egy lépéssel még tovább menve, azon eredményre jutunk, hogy az eddigi észleletek arra is egészen kielégítő s meggyőző feleletet adnak, hogy mily módon fejlődik ki ezen garatszerű járat. Erre nézve ismét BÜTSCHLI-nek a *Dendrocometes* rajzósarjai fejlődéséről adott rajzaira kell utalnom,[5] melyeken világosan látható, hogy a fejlődésben levő rajzó testének ugyanazon helyén, melyet később a garatszerű cső foglal el, azon fonálszerűleg kihúzódott magrészlet fut végig, mely a rajzó testébe belesarjadzott magrészletet az anyai magrészlettel egy ideig még összeköti, miből, úgy hiszem, önkényt következik, hogy a rajzó garatszerű szerve s a kifejlődött *Dendrocometes* szülőjárata nem lehet egyéb, mint azon járat, melyen a mag a rajzó belsejébe nyomúlt. Igy fogván fel a rajzósarjak garatszerű szervének fejlődését, semmi különöset sem fogunk találni azon különben egészen megmagyarázhatatlan körülményben, hogy a garatszerű szerv a szülőjárattal nem bíró, külső sarjadzás utján szaporodó *Podophrya gemmipara* rajzóinál is fellép, minthogy a rügyek magja ezeknél is az anyai magból sarjadzik s a HERTWIG-től leírt garatszerű szervnek lefutása ezeknél is teljesen összevág azon uttal, melyen a mag a sarjadékba nyomúlt; hogy ezen *Podophryában* belső rajzósarjak nem fejlődnek, azt is igen könnyen megmagyarázhatjuk, ha tekintetbe veszszük, hogy HERTWIG vizsgálatai szerint a rajzók azon testvégükkel tapadnak meg, mely a «*száj*»-at viseli s mely a kifejlődő kocsánytól elnyomatik. — A mi végre az Acinetafélék rajzósarjainak ajakszerű dudorát, szivókorongocskáját illeti, erre nézve alig hiszem, hogy tévedek, ha azt állítom, hogy ezen kis szemölcsszerű kiszökellés azon kocsánykának felel meg, melylyel a sarjadék az anyai testtel teljes leválásáig összefüggött, tehát mintegy sarjadzási köldököt képvisel.

Hogy az előadott felfogások, melyeknek igen nagy a valószínűsége, a valónak csakugyan megfelelnek-e, azt ez irányban teendő külön vizsgálatok vannak hivatva eldönteni.

Fentebb említettem már, hogy több Acinetafélénél (*Podophrya quadripartita, Ophryodendron abietinum,*) nagy és apró rajzók ismeretesek. Azokra támaszkodva, miket a Flagellátoknak s a szájjal bíró csillószőrös ázalékállatkák alább tüzetesen tárgyalandó apró rajzóiról, vagy mikrogonidiumairól tudunk, igen valószínűnek látszik, hogy az Acinetafélék apró rajzósarjai sem változnak át közvetetlenűl az anya Acinetafélével megegyező szervezetté, hanem igen lehetséges, hogy egybekelésre szolgálnak; ez azonban ismereteink jelen állásán csak analogiákon alapuló gyanítás, mely bebizonyításra vár; legfeljebb a FRAIPONT-tól az *Acineta divisánál* észlelt s fentebb leírt és analizált szaporodási kitüremlések utján történő állítólagos szaporodásra lehetne hivatkoznunk, mely, mint fentebb kimutatni igyekeztem, valószínűleg rügyszerű egybekelésnek felel meg.

Említettem továbbá azt is, hogy némely Acinetafélénél csillószőrözetükre nézve különböző rajzósarjak fordúlnak elő. Ezt észleltem én, mint már említém, a *Podophrya quadripartitánál,* melynél D'UDEKEM szerint lapított testű rajzók is fordúlnak elő, melyeknél csupán a lapos hasoldal van 3—4 sorban álló csillószőrökkel szegélyezve,[1] s az *Acineta foeti-*

[1] Der Org. I. 105.
[2] Term. rajzi füz. II. (1878) 255.
[3] Die Infus. Taf. V. Fig. 10—11, 13, 17.
[4] ZWZ. XXVIII. (1877) Taf. VI. Fig. 5.
[5] Id. h. Taf. VI. Fig. 6—7, 9.

[1] Sur le développement des Infusoires. Mémoir de l'Acad. roy. de Belguique. Tome XXX. (1857) 12.

dánál, mely utóbbinál peritrich és holotrich rajzósarjak egyaránt előfordúlnak.

Az Acinetafélék rajzósarjadékai anyjukat elhagyva, többnyire szilaj gyorsasággal kelnek rajzásra, hossztengelyük körül egyre forognak s nagy csavarulatokat leíró pályájukon igen nehezen követhetők. Sebes, vagy, — mint LACHMANN jellemzően mondja,[1] — mintegy őrült szertecságuldozásuk ideje igen különböző: némely Acinetafélék rajzósarjai, LACHMANN szerint, már egy fél óra múlva megszűnnek mozogni, másoknál ellenben a rajzás időszaka több órára terjed; CIENKOWSKI egy *Podophrya* rajzóját rögzítődéseig öt órán át követte.[2] LACHMANN szerint MÜLLER JÁNOS már 1852-ben megfigyelte, hogy mily módon változott át a *Podophrya Lemnarum* rajzója Acinetinává: a rajzó mozgása egyre lassabbodni kezdett, végre egészen megszünt s a csillószőrözetét elveszített megtapadt rajzón az Acinetafélékre jellemző sugarak nőttek ki.[3] Ugyanilyennek találták CIENKOWSKI,[4] D'UDEKEM,[5] LACHMANN és CLAPARÈDE,[6] később STEIN is,[7] valamint több újabb búvár különböző Acinetafélék rajzósarjainak Acinetákká való átalakulását, s miként már ismételve volt alkalmam említeni, STEIN szerint az Acinetaféléknek rajzásukat befejezett rajzói szivókorongocskájukkal oda rögzítik magukat s ezen szivókorongocskából nő ki a kocsányuk. — Mindezen észleletek után bebizonyítottnak tekinthetjük, hogy az Acinetafélék rögzítődött rajzói nem valamely más ázalékállatkává, hanem ismét csak Acinetafélévé változnak.

Stein úgynevezett Acineta-elmélete.

Midőn STEIN 1847-ben az ázalékállatkák tanulmányozását megkezdette, azon eredményekben gazdag felfedezéseinek élénk behatása alatt állott, melyekhez a *Gregarinák* tanulmányozása vezette s melyek között legfontosabbnak az látszott, hogy a Gregarinák kettenként egybekelve betokozzák magukat s miután teljesen egygyéolvadtak, a fentebb tárgyalt spórákra esnek szét. Figyelmét ehhez képest első sorban az ázalékállatkák betokozódási folyamatának felfedezésére irányitotta, melynek létezése annál valóbbszínűnek látszott, mivel SIEBOLD már kimutatta, hogy az *Euglenák* bizonyos időben gömbbé húzódnak s tokkal veszik magukat körűl, s egyúttal utalt volt annak lehetőségére, hogy a betokozódott Euglenák tokjaikat előbb-utóbb más alakban ismét elhagyják.[1] Mindjárt első búvárlatai azon szerencsés eredményre vezettek, hogy betokozódás csakugyan van a csillószőrös ázalékállatkáknál is, s hogy ezen betokozódás, mely, mint mai nap tudjuk, igen fontos szerepet játszik az ázalékállatkák életében, igen szoros kapcsolatban áll ezen véglények szaporodásával; ezen kivül legelső vizsgálatai egy igen fontosnak látszó másik felfedezésre is vezették őt, mely az *Acineta-elmélet* felállításában nyert kifejezést s melyet egy ideig STEIN felfedezéseinek fénypontjaként ünnepelték.

1848 május havában STEIN előadásain való demonstrálás kedveért a *Vaginicola crystallina* kisebb alakjának igen nagyszámú egyéneivel megrakott moszatfonalakat gyűjtött, s midőn csak több nap múlva jutott a demonstráláshoz, meglepetve tapasztalta, hogy az oly nagyszámú Vaginicolák csaknem egészen eltűntek, helyettük ellenben ép oly nagy számmal akadt sajátságos, némi tekintetben az eltűnt Vaginicolák tokjával megegyező csinos tokokat lakó, de a Vaginicoláktól egészen eltérő szervezetű ázalékállatkákra, melyekben EHRENBERG *Acineta mystacináját* ismerte fel.[2] Ezen észlelet lőn kiinduló pontja az Acineta-elméletnek. STEIN feltette ugyanis, — s ezen feltevésének helyessége mellett a priori igen nagy valószínűség látszott szólani, — hogy az *Acineták*, melyek a *Vaginicolák* helyébe léptek, nem lehetnek önálló ázalékállatkák, hanem a Vaginicolákból fejlődtek: azaz, hogy a Vaginicolák bizonyos körülmények között Acinetákká változnak át. Az oly valószínűnek látszó feltevés helyességének kipuhatolására irányított vizsgálatok azon eredményre vezették STEIN-t, hogy a Vaginicolák csakugyan át-

[1] Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 391.

[2] Bullet. de l'Acad. imp. de St. Petersbourg. 1855. V. ö. LACHMANN, id. ért. id. h.

[3] Id. ért. 341.

[4] Id. ért. Továbbá: Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Petersbourg. Tome II. 1855. V. ö. STEIN, Der Org. I. 48.

[5] Sur le développement des Infusoires. Mémoir de l'Acad. roy. de Belguique. XXX. (1857) 12,

[6] LACHMANN, id. ért. 390. Továbbá: Études. III. 108.

[7] Tagesblatt der 32. Versamml. deutsch. Naturforsch. in Wien im J. 1856 Nr. 3. V. ö. Der Org. I. 51.

[1] Lehrb. der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. (1845) 25.

[2] Untersuchungen über die Entwickelung der Infusorien. AN. 15. Jahrg. (1849) I. 109.

változnak Acinetákká, mely átváltozási folyamat alatt a Vaginicola teste, a Vorticellafélék szervezetét elvesztve, tokján belül gömbbé húzódik s az Acineta testévé változik, melyből később a pamatokban elhelyezett jellemző fonalak nőnek ki; a Vaginicola tokja pedig e közben lassankint átalakúl az Acineta tokjává.

Hogy a *Vaginicola crystallina* az *Acineta mystacinával* csakugyan fejlődési összefüggésben áll, ebben STEIN-t még megerősítette azon észlelete, hogy a Vaginicola crystallinának békalencse-gyökereken élő nagyobb alakja társaságában a finom moszat fonalokon élő kisebb Vaginicolák Acinetáinál sokkal nagyobb Acinetákat talált, melyek a nagyobb Vaginicolákból egészen oly módon történő átalakulás útján látszottak fejlődni, mint a kisebb Acineták a Vaginicola crystallina kisebb alakjából.[1]

A megkezdett irányban folytatott vizsgálatok, melyeket STEIN két értekezésben,[2] s első nagy munkájában [3] tett közzé, azon eredményre vezettek, hogy az összes *Vorticella-, Ophrydium-* és *Spirochonafélékkel* együtt élő különböző Acinetafélék nem önálló szervezetek, hanem az illető ázalékállatkáknak, — melyekből átalakulás útján képződtek, — *Acinetaállapotai* (Acineten-Zustände). Az átváltozás a merevkocsányú Vorticella- és Spirochonaféléknél oly módon történik, hogy a kocsányáról levált ázalékállatka, vagy, mint a Spirochonánál, az anyaegyénről leváló sarjadék megtapadása után közvetetlenűl átváltozik a megfelelő Acinetinává; az összepattanó kocsányú Vorticellafélék ellenben előbb betokozzák magukat s betokozott állapotban változnak át Acinetinákká; a *Vaginicolák-* és *Cothurniáknál* végre, mint már előadtuk, az ázalékállatka teste az Acineta testévé, tokja pedig annak tokjává változik át.

Az Acinetafélék tanulmányozása, mint fentebb említők, csakhamar a belső rajzósarjak felfedezésére vezetett. Ezen belső rajzósarjak, mint láttuk igen számos Acinetafélénél az összetéveszthetésig hasonlítanak kocsányukról levált s hátsó csillószőrkoszorúval rajzó Vorticellafélékhez. Mivel STEIN arról már meg volt győződve, hogy a tágabb értelemben vett Vorticellafélék Acinetákká változnak át, jogosan vélte feltehetni, hogy az Acinetaféléknek a rajzó Vorticellafélékhez oly meglepően hasonlító rajzósarjai letelepedésük után nem Acineta-, hanem Vorticellafélékké változnak.

STEIN-nek ezen Acineta-elmélete szerint tehát a Vorticellafélék nemzedékváltozáson mennek át: azaz, miután bizonyos számú nemzedéken keresztűl oszlás, vagy sarjadzás útján magukhoz hasonlókat hoztak létre, utolsó nemzedékük Acineta-állapotba megy át, mely állapotban dajkáknak felelnek meg s ezeknek rajzósarjadékai visszatérnek ismét a Vorticella-állapotba.

A STEIN-tól oly beható és lelkiismeretes tanulmányok sorozatára alapított új tan, — tekintetbe véve az Acinetaféléknek a többi ázalékállatkákétól annyira eltérő szervezete mellett is a Vorticellafélékére oly feltűnően emlékeztető testszabását, a Vorticellafélék társaságában való előfordulásukat s csak a Vorticellafélék elszaporodtával való megjelenésüket, valamint rajzósarjaiknak a Vorticella- és Spirochonafélék rajzó egyéneivel való látszólag teljes megegyezését, — tekintetbe véve továbbá azt, hogy fellépése idejében egyre szaporodtak azon adatok, melyek a STEENTRUP-tól csak az imént kifejtett nemzedékváltozásnak az alsóbb állatok között való széles elterjedését bizonyították, — mindezt tekintetbe véve, mondom, az új tan már a priori is igen meggyőzőnek látszott s csaknem osztatlan tetszéssel fogadtatott. Legvilágosabban kitűnik ez a tudományos állattan egyik vezérférfiának, SIEBOLD-nak STEIN első közleményének megjelenése után tett következő nyomatékos nyilatkozatából, melyet COHN-nak az *Actinosphaerium* egybekelésére vonatkozó vizsgálataihoz kapcsol. «Meg vagyok győződve, — mondja SIEBOLD, — hogy ezen észleletek meglepő eredményekhez fognak vezetni s azt fogjuk tapasztalni, hogy a Protozoumok különböző alakjait egy és ugyanazon fajhoz tartozó nemzedékeknek kell tekintenünk, melyek egymással határozott törvények szerint s bizonyos sorrendben váltakoznak. Jelenleg az tartozik az állatbúvárok feladatai közé, hogy a Protozoumokat, melyek eddigelé csupán testalakjuk szerint rendeztettek, élettani viszonyaikra nézve oly terjedelemben vizsgálják, hogy alakváltozásaik következtében különböző nemzedéksorozataikat helyesen összeállíthassuk, hogy ily módon a tulajdonképi fajok áttekinthetéséhez jussunk».[1]

[1] Id. ért. 115.

[2] Id. ért. — Továbbá: Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte etc. ZWZ. III. (1852) 475.

[3] Die Infusionsthiere auf ihre Entwickelungsgeschichte untersucht. 1854.

[1] Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoen. ZWZ. III. (1851) 67.

STEIN felfogásának helyességét némileg támogatni látszott PINEAU-nak egy régibb észlelete, mely a *Vorticella microstoma* és *Podophrya fixa* között geneticai összefüggés létezését állítja;[1] csakhogy PINEAU szerint a *Podophrya fixa,* — melyet, DUJARDIN-t követve, *Actinophrys pedicellátának* nevez, — változik át Vorticellává, miután szívófonalait visszahúzva szájat és csillószőrözetet nyert, a Vorticella tokokból pedig Oxytrichák fejlődnek.

Látszólag még inkább szólottak STEIN elméletének helyessége mellett D'UDEKEM-nek a PINEAU-tól közölteknél sokkal behatóbb vizsgálatai, melyek a nevezett búvárt STEIN-től egészen függetlenűl vezették a Vorticella- és Acinetafélék között levő geneticai összefüggés létezésének kifejtésére. D'UDEKEM vizsgálatai szerint[2] az *Epistylis plicatilis* kétalakú szervezet, mely több nemzedéken keresztűl egyszerű oszlással szaporodik, míg végre egyes egyénei, a nélkül, hogy kocsányukat elhagynák, gömbbé húzódnak s betokozzák magukat. Ezen tokokon belűl átalakulnak az Epistylisek *Opalinákhoz* hasonló holotrich ázalékállatkákká, melyek tokjukat elhagyva rövidebb vagy hosszabb ideig tartó rajzás után megtelepednek az Epistylis-bokrok kocsányain, csillószőrözetüket elveszítik s átmennek az Acineta-alakba, azon alakba, melyet STEIN is az Epistylis plicatilis Acineta-állapotának tart, CLAPARÈDE és LACHMANN pedig *Podophrya quadripartita* névvel jelel. Az Acineta-alakba átment Epistylisek rajzósarjaiból végre nem Epistylisek fejlődnek, mint STEIN állítja, hanem ismét csak Acineta-alakú egyének.

D'UDEKEM-mel szemben CLAPARÈDE és LACHMANN igen beható tanulmányok alapján kimutatta, hogy a tokokban fejlődő opalinaszerű ázalékállatkák korántsem jőnek létre az Epistylisek átalakulása útján, hanem hogy nem egyebek falánk *Amphileptusoknál,* melyek az Epistyliseket elnyelik s az elnyelt Epistylis kocsányán maradva betokozzák magukat, hogy zsákmányukat megemésztve tokjukat egyedűl vagy két egyénre oszolva ismét elhagyják, melyek semminemű fejlődési összefüggésben nem állanak sem az Epistylisekkel, sem a Podophrya quadripartitával.[3]

Ugyanezen eredményre jutott ENGELMANN, ki a *Carchesium polypinumon,*[1] valamint STEIN is, ki az *Epistylis plicatilisen, E. branchiophilán, Zoothamnion affinén, Z. Asellin* és *Carchesium polypinumon* egészen a CLAPARÈDE- és LACHMANN-tól leírt módon észlelte a rejtélyes Amphileptus-tokok fejlődését;[2] maga D'UDEKEM végre ismételvén vizsgálatait, meggyőződött felfogásának téves, ellenben CLAPARÈDE és LACHMANN-énak helyes voltáról.[3]

Minthogy D'UDEKEM elmélete ilyetén megoldást nyert, vizsgálatai STEIN tanát nemcsak hogy nem támogatják, hanem ellenkezőleg megdöntik; mert hiszen D'UDEKEM vizsgálatai épen azt bizonyítják, hogy a *Podophrya quadripartita* rajzósarjai nem változnak át *Epistyliseckké,* mint STEIN felteszi, hanem megtelepedvén *Podophryákká* fejlődnek.

STEIN Acineta-elmélete csakhamar határozott ellenzőkre is talált, nevezetesen CIENKOWSKI-ban,[4] főleg pedig LACHMANN-ban[5] és CLAPARÈDE-ben.[6] Mind a három búvár beható vizsgálatai egészen megegyező eredményekre vezettek, melyek röviden a következő két pontban összegezhetők: 1. a Vorticellafélék sem közvetetlenűl, sem betokozott állapotban nem változnak át Acinetinákká; 2. az Acinetinák rajzóiból csak Acinetinák s nem Vorticellafélék fejlődnek.

Nem szenvedhet kétséget, hogy ezen vizsgálati eredmények STEIN csábító elméletét alapjaitól fosztották meg, minek következtében magától összeomlott az. Mindennek daczára azonban STEIN egy ideig még ragaszkodott elméletéhez, s azt olyképen módosította, hogy az Acinetafélék nem fejlődnek ugyan egyszerű átalakulás útján a Vorticellafélékből, miként eredetileg feltette, hanem, hogy a különböző ázalékállatkáknak alább tárgyalandó úgynevezett *acinetaszerű embriói* változnak Acinetinákká, minek következtében tehát ezek még sem lehetnek önálló szervezetek, hanem különböző ázalékállatkáknak csakis bizonyos fejlődési állapotát, acinetaszerű

[1] Annales des sc. nat. 1845. III. Sér. III. 182., és u. o. Tome IV. 103, végre u. o. Tome IX. (1849) 100. V. ö. STEIN, Der Org. I. 43.

[2] Sur le développement des Infusoires. Mémoires de l'Acad. roy de Belgique. XXX. (1857).

[3] Annal. des scienc. nat. 1857. IV. Sér. VIII. 229. Továbbá: Études, III. 106.

[1] Ueber Fortpflanzung des Epistylis crassicollis, Carchesium polypinum etc. ZWZ. X. (1859) 279.

[2] Der Org. II. 103.

[3] Description des Infusoires de la Belguique. Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique. XXXIV. (1862) 5.

[4] Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Petersbourg. (1855) Tome II. 263. — V. ö. STEIN, Der Org. I. 48.

[5] Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. Jahrg. 1856. 387.

[6] Études. III. 86.

stádiumát képviselhetik,[1] — vagy, mint egy más helyen mondja,[2] nem lehetnének egyebek, mint dajkák.

CLAPARÈDE- és LACHMANN-nak a párisi akadémia nagy díjával jutalmazott pályamunkájának teljes megjelenése után végre STEIN sem habozott többé elméletét, módosított alakjában is, nyiltan s határozottan elvetni,[3] még pedig azon okból, mert, mint CLAPARÈDE és LACHMANN kimutatta, az Acinetafélék, úgy mint a többi ázalékállatkák egybekelnek, egygyéolvadnak s belsejükben teljes egygyéolvadásuk után *«ivaros úton»* embriók fejlődnek; mindezt pedig STEIN összeegyeztethetetlennek tartja az Acinetaféléknek dajka-természetével s ezért önálló természetükben többé nem kételkedik. — Hogy STEIN később nem másban, mint az Acinetafélék egybekelésében látja elméletének tarthatatlanságát, nem mondható egészen következetesnek, minthogy az Acinetafélék egybekelését épen STEIN fedezte fel s írta le épen azon munkájában, mely az Acineta-elmélet megalapítására volt hivatva.[4]

Hogy STEIN elmélete sem eredeti, sem módosított alakjában ismereteink jelen állásán nem védelmezhető, nem szenvedhet kétséget. Méltán felmerül azonban azon kérdés: vajjon PINEAU-nak, STEIN-nek és D'UDEKEM-nek alapgondolata, hogy az Acinetafélék a szájjal bíró ázalékállatkák nemzedékkörébe tartoznak, mint egészen hamis és alaptalan, végképen elvetendő-e? — Hogy az Acinetafélék és szájjal bíró ázalékállatkák között, minden szervezeti eltérés mellett is igen szoros az összefüggés, ez alig vonható kétségbe s újra és újra felmerül azon kérdés: vajjon az ázalékállatkák két csoportjának képviselői phylogeneticai, vagy pedig ontogeneticai összefüggésben állanak-e egymással? — Ezen jogosult kérdésekre mai nap határozott választ adni lehetetlen, mindenesetre megszivelendők azonban azon fentebb idézett szavak, melyekben SIEBOLD ezelőtt 36 évvel a búvárlatok irányát és útját kijelelte, mely nehéz és sikamlós, de esetleg fontos igazságok felfedezésére vezető úton a mai napig úgy szólván egyetlen lépés sem tétetett.

[1] Tagblatt der 32. Versammlung deutscher Naturforscher in Wien im J. 1856. Nr. 3. — Továbbá: Der Org. I. 51.

[2] Der Org. II. 139.

[3] Der Org. II. 138.

[4] Die Infus. 147.

A szájjal bíró ázalékállatkák úgynevezett embriói.

SIEBOLD a Monostomum mutabilét tárgyaló értekezésében [1] röviden megemlíti, hogy a Rana temporariának részint belét, részint kloakáját lakó kétféle ázalékállatkák egyikében — mely STEIN szerint nem egyéb, mint a *Balantidium Entozoon* — egy uterusszerű ürt talált, melyben sok apró embrió igen élénken mozgott, s melyek közül több szeme láttára hagyta el az anyai testet s a vízben fürgén tovább úszott.* SIEBOLD-nak ezen 1834-ben tett felfedezése egészen feledékenységbe merült s úgy látszik, hogy maga SIELOLD sem gondolt reá többé, minthogy sem FOCKE mindjárt tárgyalandó észleletének ismertetésénél,[2] sem összehasonlító bonctani kézikönyvében nem tesz róla említést. FOCKE a német természetbúvárok és orvosok 1844-ben Brémában tartott 22-dik vándorgyűlésén [3] tett újabban említést a *Paramecium Bursaria* embrióiról, melyek őszszel és télen igen halvány egyénekben képződnek; FOCKE látta, hogy ily példányoknak azon szerve, melyet EHRENBERG herének tartott, azaz a magja, több részre

[1] Helminthologische Beiträge. AN. (1835) 73. V. ö. STEIN, Der Org. II. 315.

* LEUCKART szerint (Ber. üb. d. Leist. der Naturgesch. d. niederen Thiere w. d. J. 1854—55. AN. Jahrg. 1856, II. 433.) GŐZE már 1774-ben leírt úgynevezett ázalékállatka-anyákat, melyek 1—12 mozgó fiókát rejtenek, mely fiókák anyjuk oldalán bujnak ki (Herrn Carl BONNET's wie auch einiger anderen berühmten Naturforscher auserlesene Abhandlungen aus der Insectologie; aus dem französischen, übersetzt und mit einigen Zusätzen herausgegeben von J. A. EPHRAIN GŐZE. Halle. 1774. 417—452.). A mennyiben én az ázalékállatkák múlt századbeli irodalmát ismerem, állíthatom, hogy az se nem az első, sem nem az egyedüli idevágó észlelet a múlt századból. MÜLLER OTTÓ FRIGYES ugyanis már 1773-ben leírta a *Vorticella nasuta* (= *Didynium nasutum*, STEIN) belsejében képződő mozgó embryókat s határozottan megjegyzi, hogy ezen sajátságos ázalékállatka mind oszlás, mind belsejében képződő embriók által («Vort. nasuta et partitioni et fœtubus vivis simul propagatur») szaporodik (Vermium terrestrium et fluviatilium etc. succineta historia. Vol. imi pars ima. Havniæ et Lipsiæ. [1773] 103.); GLEICHEN továbbá néhány évvel később a *Vorticella microstoma* embrióit észlelte (Dissertation sur la génération, les animalcules sparmatiques, et ceux d'infusions. Paris. An. VII. 217—218. — Az eredeti német kiadás, melyhez nem juthattam, 1778-ban jelent meg).

[2] Bericht über die Leistungen im Gebiete der Anatomie und Physiologie der wirbellosen Thiere in d. J. 1843—44. AAP. Jahrg. 1845. 116.

[3] Amtlicher Ber. 2. Abth. 109. — V. ö. SIEBOLD id. h.

oszlott, melyeknek mindegyike két lüktető üröcskét s egy sötét szervet, azaz magot tartalmazott; hogy ezen képletek, melyek a FOCKE tól uterusnak tekintett magból fejlődtek, valóban embrióknak felelnek meg, ez iránt FOCKE-nak, minthogy kirajzásukat is megfigyelte, semmi kétsége sem lehetett.

Két évvel később ECKHARD a *Stentor coeruleus-* és *polymorphusnak,* anyjuktól egészen eltérő szervezetű embrióit írta le,[1] mely adatot SCHMIDT OSZKÁR vizsgálatai megerősítették.[2]

Sokkal fontosabbak ezeknél COHN, STEIN, CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint ENGELMANN vizsgálatai, melyek a szájjal bíró ázalékállatkák belső embriók útján való szaporodásának tanát, mint egy ideig látszott, egészen szilárd alapokra fektették.

COHN első vizsgálatait a *Paramecium Bursarián* tette,[3] mely ázalékállatkának belsejében a FOCKE-től felfedezett embriók fejlődését megerősiti. Az embriók állevélzöld-testecskékben szegény példányokban képződnek, szám szerint 2--8, jól kivehető burokkal körülzárt űrben foglalnak helyet, mely a test felületén tölcsérszerűleg kitáguló vezetékkel nyilik. Az embriók, mint FOCKE is kiemeli, két lüktető üröcskével bírnak; állevélzöld-testecskéket azonban soha sem tartalmaznak, ellenkezőleg egészen színtelenek s fínoman szemecskézettek; magjukat COHN nem volt képes megkülönböztetni. Az embriók az anyai testen belül gömbalakúak, csak ha nagyobb számmal vannak, nyomják egymást, mint a parenchymsejtek, sokszögletesekké. Miután az embriók teljes fejlettségüket elérték, az anyai testet az előbb említett járaton, ritkábban egyenkint az anyai test felületének bármely pontján megnyiló nyiláson át elhagyják. Testük születésük alatt megnyúlik s elkeskenyedik s ezen hengeres, közepett gyakran befűződött alakot születésük után is állandóan megtartják. A kiszabadult embriók egész felületükön egyenlő, hosszú, fínom csillószőröket viselnek, melyek között már COHN megkülönböztetett apró gombba végződő fonalakat, melyeket születés közben kihúzódó s később ismét elenyésző nyálkafonalaknak tartott.

A Parameciumokéhoz hasonló embriógömböket látott COHN az *Urostyla grandisban* is,[1] ezeknek az anyai testből való kivándorlását azonban nem volt alkalma megfigyelni.

A mi azon fontos kérdést illeti, hogy az anyaázalékállatkának mely szervéből fejlődnek az embriók, erre nézve nem jutott COHN határozott eredményre; valószínűnek tartja azonban, hogy nem a magból képződnek, mint FOCKE állította, mivel az embriókat tartalmazó Parameciumok magját gyakran egészen változatlanúl találta az embriók mellett.

Lényegében a COHN-tól közöltekkel megegyező eredményekre vezették STEIN-t is[2] a *Paramecium Bursaria* embriói fejlődése körül tett vizsgálatai. Az embriók szervezetét illetőleg STEIN abban jutott tovább, mint COHN, hogy az embriók magját sikerült kimutatnia; továbbá határozottabban kiemelte a gombosvégű tapogatószerű nyulványok előfordulását, melyekkel az embriók képesek magukat az anyai test felületén rögziteni. Az embriók fejlődését oly módon adja elő STEIN, mint az Acinetafélék rajzósarjaiét: azaz a magból fűződik le egy részlet, mely közvetetlenűl egyetlen, vagy ismétlődő oszlások útján több embrióvá változik át.

A mi az anyai testet elhagyott embriók továbbfejlődését illeti, erre nézve sem COHN, sem STEIN vizsgálatai nem vezettek határozott eredményre; míg azonban COHN nemzedékváltozásra gondol, addig STEIN e tárgyra vonatkozó első közleményében[3] valószínűnek tartja, hogy az embriók, miután tapogatószerű gombos nyulványaikat visszavonták, szájat nyernek s közvetetlenűl Parameciumokká változnak át.

A leirtakkal megegyezőknek találta CLAPARÈDE és LACHMANN a *Paramecium Bursariának* és *P. putrinumnak* embrióit;[4] az utóbbinak embrióképződését pontosabban vizsgálva azon eredményre jutottak, hogy az embriók majd szabadon fejlődnek az *embrióképző szervnek («embryogène»),* azaz a magnak állományában, majd ismét a magnak egy lefűződött részlete változik át, több részre oszolva, embriókká.[5]

A Parameciumokon kívül embrióképződést észlelt továbbá CLAPARÈDE és LACHMANN az *Epistylis plicatilisnél* és *Stentor polymorphusnál.*

Az *Epistylis plicatilisnél*[6] az aránylag igen apró

[1] Die Organisationsverhältnisse der polygastrischen Infusorien. AN. 1846.

[2] FRORIEP's Notizen. Dritte Reihe. IX. 1849. — V. ö. STEIN, Der Org. I. 33.

[3] Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 271.

[1] Id. ért. 277.

[2] Die Infus. 244.

[3] Id. m. 245.

[4] Ét. III. 193.

[5] Id. m. 198.

[6] Études. III. 169, 181.

(0·0131 mm.) embriók ritkán egyenkint, többnyire 4—5-ével, vagy még nagyobb számmal szabadon képződnek vagy közvetetlenűl magában a felduzzadt magban, vagy pedig egy, vagy több világos gömbben, mely CLAPARÈDE és LACHMANN véleménye szerint, a magból sarjadzott ki és fűződött le. Az embriókat rejtő Epistylisek oldalának változó helyén egy, ritkábban két sajátságos, csecsbimbószerű emelkedés fejlődik, mely csúcsán át van törve, s melyet CLAPARÈDE és LACHMANN épen kifakadt keléshez hasonlít. — Ezen kicsucsorodó, felhányt szélső nyilások *szülőnyilásoknak* felelnek meg, melyeken át az apró embriók anyjuk belsejét elhagyják. Az embriók tojásdadalakúak, egy lüktető üröcskét rejtenek s közepett, vagy mellső végük közelében egyetlen csillószőrövet viselnek; e szerint tehát egészen megegyeznek az Acinetafélék peritrich embrióival, melyekre szilaj rajzási módjukat tekintve is meglepően emlékeztetnek.

Az embriók továbbfejlődését nem sikerült ugyan CLAPARÈDE és LACHMANN-nak közvetetlenűl megfigyelni, mindemellett nem kételkednek abban, hogy pihenésre jutva Epistylisekké fejlődnek.

A *Stentor polymorphusnak,* vagyis inkább a *St. Roeseliinek,* — mert a rajzok kétségkívül ezen alakra vonatkoznak, — embriói ugyanoly módon képződnek, mint az *Epistylis plicatilisnál:* [1] azaz a magból egy megduzzadt részlet fűződik le, melyben egy, vagy több embrió fejlődik. Ezen embriók, melyek aránylag tekintélyes, 0·035, az egyenkint fejlődök egész 0·057 mm. nagyságuak, gömbölyödöttek, vagy tojásdadok s az egész felületüket borító finom csillószőrözeten kívül bizonyos helyen erősebb csillószőröket viselnek, továbbá szabályosan lüktető üröcskével és sötétebb, gömbölyű maggal vannak ellátva. Az embriók születését nem sikerült ugyan CLAPARÈDE és LACHMANN-nak megfigyelni, de az embriókat rejtő Stentorok társaságában találtak igen kicsinytermetű részint szájjal még nem bíró, részint szájjal s garattal már ellátott Stentorokat, melyekről felteszik, hogy anyjukat elhagyott embriókból fejlődtek.

Mindezeknél sokkal fontosabbak azon hosszas és igen beható tanulmányokra támaszkodó, meglepő észleleti eredmények, melyeket STEIN a német természetvizsgálóknak 1856-ban Bécsben tartott 32-dik vándorgyűlésén ismertetett, később pedig nagy monografiájának I. és II. részében egész részletességgel feldolgozott. STEIN ezen munkáiban meglehetős nagyszámú s igen különböző csoportokba tartozó ázalékállatkáknál konstatálta belső embrióknak, vagy legalább a mindjárt tárgyalandó csíragömböknek fejlődését. A STEIN-tól észlelt belső embriókkal szaporodó ázalékállatkák a következők: *Prorodon niveus, Trachelius Ovum, Paramecium Aurelia, P. Bursaria, Blepharisma lateritia, Bursaria truncatella, Stentor polymorphus, St. coeruleus, St. Roeselii, Stylonychia Mytilus, St. pustulata, St. Histrio, Pleurotricha lanceolata, Urostyla grandis, Euplotes Patella, E. Charon, Vorticella microstoma, V. nebulifera, V. Campanula, Zoothamnion Arbusculula, Epistylis plicatilis, Ep. Daphniarum, Trichodina Pediculus.* Ezekhez járúl még COHN szerint a *Nassula elegans,*[1] ENGELMANN szerint[2] az *Uroleptus agilis, Vorticella Convallaria, Carchesium polypinum, C. Aselli, Epistylis crassicollis* és *Didynium nasutum,* HAECKEL szerint végre a *Codonella campanella.*[3] Ha mindezekhez hozzászámítjuk még a *Balantidium Entozoont* s *Paramecium putrinumot,* mely utóbbinál, mint fentebb előadtuk, már CLAPARÈDE és LACHMANN, az elsőnél pedig SIEBOLD észlelte az embriókat, úgy mindössze harminczháromra tehetjük azon ázalékállatkák számát, melyeknek embriói, vagy legalább csíragömbjei, — számosaknál csakis ezek, — ismeretesek.* Bármily tekintélyesnek látszik is első pillanatra ezen szám, mégis csekélynek kell tartanunk azon terjedelmes és lelkiismeretes búvárlatokkal szemben, melyet több kitűnő búvár, első sorban STEIN, továbbá ENGELMANN az ázalékállatkák embriók útján való szaporodásának tanulmányozására szentelt. A közölt sorozatból első pillanatra feltűnik továbbá az, hogy számos igen közönséges s több kitűnő búvártól ismételve tanulmányozott ázalékállatkánál embriókat mindeddig nem észleltek.

STEIN vizsgálatai szerint az embriók úgy, mint az Acinetafélék rajzósarjai, minden esetben a magból fejlődnek; e tekintetben tehát STEIN felfogása nem

[1] Études. III. 188.

[1] Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans Ehr. ZWZ. IX. 1857. 143.

[2] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. 1861. — Továbbá: Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 586.

[3] Ueber einige neue pelagische Infusorien. JZ. VII. (1873) 565.

* Azon ázalékállatkákat, melyeknél BALBIANI és BÜTSCHLI észlelte a csíragömbökkel egyenértékü, de egészen másképen magyarázott képletek fejlődését, e helyen szándékosan hagytam figyelmen kívül.

tér el CLAPARÈDE és LACHMANN-étól, s ezen felfogásának helyességét ENGELMANN vizsgálatai[1] teljesen megerősíteni látszanak.

Hogy STEIN embrió-elméletéről teljes képet adjak. már itt ki kell emelnem, — mire alább még visszatérek, — hogy STEIN az ázalékállatkák embrióit ivaros szaporodás termékeinek tekinti.[2] Az előrehaladt egybekelés után, melyet monografiájának első részében még hosszirányú oszlásnak tekint, a here értékével bíró magocskában ondószálacskák képződnek, melyek a magba hatolván, azt megtermékenyítik. Erre a mag szétoszlik több peteszerű részletre, melyeket, minthogy nem ezek termékenyíttetnek meg, nem petéknek, hanem *csíragömböknek* nevez.[3] A kezdetben egynemű, világos csíragömbök belsejében később élesen körűlírt gömbölyüded mag, felületes rétegükben pedig egy, vagy két lüktető üröcske különűl el; a fejlődés ezen szakán levő gömböket STEIN *embriógömböknek* nevezi.[4] Ezen embriógömbök sem változnak át közvetetlenűl embriókká, hanem az oszlás és sarjadzás között mintegy közepett álló szaporodás útján több embriónemzedéket hoznak létre; az embriógömbökből ugyanis egy kisebb gömb szeletének megfelelő részlet fűződik le, mely az embriógömb magjából egy sarjadékot vesz fel, s miután teljesen lefűződött, elgömbölyödik s embrióvá változik. Mint ebből látható, az embriógömbök szaporodása egészen megegyezik bizonyos Acinetaféléknek, pl. a *Podophrya fixának,* oszlás és sarjadzás között közepett álló szaporodásával. Minthogy ezen szaporodási folyamatnál az anyaázalékállatka magja és magocskája elhasználtatik, embriógömböket tartalmazó ázalékállatkákban pedig gyakran lehet ép magot és magocskát megkülönböztetni: kénytelen STEIN ezeknek egészen újra való képződését feltenni.[5]

Némileg más útat vesz az embriók fejlődése a *Vorticellaféléknél.* Ezen ázalékállatkáknál, melyeknél STEIN magocskát nem különböztet meg, az alább még tárgyalandó rügyszerű egybekelés indítja meg az embriók fejlődését. Ezen egygyéolvadási folyamatnál mind a kocsányon ülő egyénnek, mind a magát erre ráoltott s beleolvadó kisebb egyénnek, a mikrogondiumnak, magja feloszlik több gömbölyüded darabra, melyek a telepeket nem képező Vorticellaféléknél laza rakást képeznek s míg egy részük csíragömbökké változik, addig másik részük új maggá olvad össze. A telepeket képező Vorticellaféléknél s a *Trichodina Pediculusnál* ellenben valamennyi magrészlet egyetlen korongalakú tömegbe olvad össze, melyet STEIN *placentának* nevez; ebben egyes gömbök különülnek el s a placenta belsejéből kinyomúlva, csíragömbökké változnak át, míg a placentának fel nem használt része ismét maggá változik.[1] Placentaképződés jellemzi STEIN szerint továbbá még az *Oxytricha-* és *Euplotesféléket,*[2] ezeknél azonban a placenta egyetlen egyénnek összeolvadó magdarabjaiból fejlődik.

Az embriókat rejtő ázalékállatkák testének felületén majd egy, majd több, élesen körűlírt kerek, vagy tojásdad nyilás képződik, mely befelé többnyire rövidebb vagy hosszabb csőbe folytatódik; ez a *szülőnyilás* és *szülőjárat,* melyet, mint említve volt, már COHN megkülönböztetett a *Paramecium Bursariánál.* A szülőnyilás száma és elhelyezése változik; a *Stylonychia Mytilusnál* azonban az egyetlen szülőnyilás egészen állandóan, közvetetlenűl a szájperem mögött, a has baloldalán foglal helyet.

Az ázalékállatkák embriói valamennyien megegyeznek abban, hogy világos protoplazmából álló testük egy többnyire gömbölyű, vagy tojásdad, ritkán, nevezetesen a *Bursaria truncatellánál,* patkóalakú magot s egy vagy két lüktető üröcskét rejt; egyéb szervezeti viszonyaikat, nevezetesen csillószőrözetüket s tapogatóik jelenlétét, vagy hiányát tekintve, egymástól eltérnek s a következő három csoportba foglalhatók.

a) *Acinetaszerű embriók.* Testük hengeres, ritkán gömbölyödött; csillószőrökön kívül az Acinetafélékével megegyező, gombosvégű, rövid tapogatókkal vannak ellátva.

Ezen acinetaszerű embriók ismét kétfélék; vagy egész felületük csillószőrözött s tapogatóik szétszórtak, vagy pedig csupán testük közepe táján, vagy hátsó felében viselnek egyetlen csillószőrövet, melynek hosszú, finom szálai hátrafelé irányultak s a test hátsó részét befedik, míg tapogatóik a csupasz mellső testrészen egy koszorúban vannak elhelyezve.

Az előbbiekhez tartoznak a *Parameciumok, Nas-*

[1] Zur Naturgesch. d. Infusionsthiere. ZWZ. XI. 1861.
[2] V. ö. Der Org. I. 96.; II. 40.; továbbá: Ueber die die Hauptergebnisse der neuern Infusorienforschungen. Wien. (1863) 22.
[3] Der Org. I. 97.
[4] Der Org. I. 99.
[5] Der Org. I. 99.

[1] Der Org. II. 137.
[2] Der Org. II. 86.

sulák és *Oxytrichafélék* embriói; az utóbbiakhoz a *Stentor Roeseliinek* STEIN-tól észlelt embriói,[1] melyektől a *St. coeruleuséi* kettős csillószőrkoszorú által különböznek.[2]

b) *Tapogatók nélküli peritrich embriók.* Teljesen megegyeznek az Acinetaféléknek egyetlen csillószőrövet viselő rajzósarjaival. Ilyen embriók jellemzik a *Vorticellaféléket.*

c) *Tapogatók nélküli holotrich embriók.* Tojásdad, vagy megfordított tojásdad egész felületükön sűrűn csillószőrözött testtel, mely mellső végén kisded szivókorongszerű kiszökellést visel; ennélfogva egészen hasonlítanak kis Holophryákhoz, vagy az Acinetafélék holotrich rajzó- és oszlási sarjadékaihoz. Ily embriókat STEIN csupán a *Bursaria truncatellánál* észlelt[3]; ugyanilyeneket fedezett fel HAECKEL a *Codonella Campanellánál.*[4] Ide tartoznak továbbá azon holotrich élősdiek, melyeket BÜTSCHLI a *Stentor coeurolcus* belsejében észlelt,[5] melyekkel a CLAPARÈDE és LACHMANN-tól a *Stentor Roesiliinél* észlelt s már fentebb leírt embriók nyilván azonosak.

Ha ezen embriók valóban azon ázalékállatkához tartoznak, melyben fejlődnek, úgy első sorban mindenesetre azon kérdés vár megoldást, hogy mily módon lesz belőlük az anyával megegyező ázalékállatka?

Ezen sarkalatos kérdésre csak azon feleletet adhatjuk, hogy egyetlen észlelet sem szól a mellett, hogy az állítólagos embriók, akár közvetetlenül maguk, akár pedig utódaik, visszatérnének azon alakra, mely azon ázalékállatkát jellemzi, melyben fejlődtek. — STEIN ugyan, mint fentebb előadtuk, a *Paramecium Bursarián* tett első tanulmányai után hajlandó volt feltenni, hogy az acinetaszerű embriók közvetetlenül átváltoznak Parameciumokká; BALBIANI pedig az ázalékállatkák ivaros szaporodására vonatkozó első közleményeiben[6] határozottan leírja a *Paramecium Bursaria* embrióinak átalakulását s részletesen tárgyalja, mily módon fejlődik ki az embriónak szája s mily módon telik meg teste lassankint állevélzöldtestecskékkel; két évvel később azonban maga BALBIANI észleletét csalódáson alapulónak s az embriókat egész határozottsággal betolakodott élősdi Acinetináknak nyilvánította,[1] mire STEIN[2] nem ok nélkül jegyzi meg, hogy nehezen fogható fel, hogy ily csalódás mily módon jöhetett létre.

STEIN-nek az embriók továbbfejlődésére irányított vizsgálatai hasonlóképen azon eredményre vezettek, hogy sem maguk az embriók, sem utódaik nem alakulnak át anyjukhoz hasonló ázalékállatkává. — A Parameciumok és Oxytrichafélék acinetaszerű embrióinak további végzetéről STEIN a következőkben foglalja össze észleleteit: «Gyakran láttam, hogy tapogatóikkal rászívták magukat a mellettük elúszó ázalékállatkákra, melyek hosszú ideig magukkal cipelték, miközben azok hordozójuk pépszerű testparenchymájának egy részét kétségkívül elvonták; azt észleltem továbbá, hogy ezen acinetaszerű embriók hosszabb rajzás után pihenésre jutva, csillószőreiket elvesztették s igen rövid, szétszórt tapogatókkal ellátott egyszerű gömbökké változtak, melyek valamely fiatal Acinetához tökéletesen hasonlítottak s nevezetesen a *Podophrya fixa* kocsánytalan alakjától semmi ismertetőjegygyel sem lehetett megkülönböztetni. Ezen pihenésre jutott gömbök rövid idő múlva még oszlásnak is indultak még pedig egészen oly módon, mint a *Podophrya fixa* kocsánytalan alakjai; egy szelvény lefűződött s ismét az eredeti embrióhoz hasonló, tojásdad, csillószőrös sarjjá alakult, míg a gömb maradványa ismét elgömbölyödött s acinetaalakban tovább élt.»[3]

ENGELMANN, ki terjedelmes vizsgálatainak eredményeivel STEIN felfogását hathatósan támogatta s az embrió-elméletet BALBIANI élősdiségi elmélete ellen védelmezte, szintén kiemeli a *Podophrya fixa* kocsánytalan egyénei s a *Stylonychia Mytilus* embriói közötti megegyezést s megerősíti azon észlelet helyességét, hogy az acinetaszerű embriók más ázalékállatkákat az Acinetafélék módjára kiszívnak.[4] ENGELMANN kiemeli továbbá azon sem STEIN, sem maga ENGEL-

[1] Der Org. II. 255.
[2] Der Org. II. 246.
[3] Der Org. II. 306.
[4] Ueber einige pelagische Infusorien. JZ. VII. Bd. (1873) 563.
[5] Studien etc. 349.
[6] Sur l'existence d'une génération sexuelle ches les Infusoires. CR. 46. (1858) 628. Továbbá: Journal de la Physiologie. Avril (1858) 347.

[1] Note sur un cas de parasitisme improprement pris pour une mode de reproduction des Infusoires ciliés. Compt. rend. de l'Acad. Tome 51. (1860) p. 319. Továbbá: Recherches sur les phénomènes sexuelles des Infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie. Nos de Janvier à Octobre (1861) p. 122.
[2] Der Org. II. 43.
[3] Der Org. II. 138. Továbbá: I. 52, 104, 161.
[4] Zur Naturgesch. d. Inf. ZWZ. XI. (1861) Sep. 15.

MANN-tól később figyelembe nem vett észleletét, mely felfogásom szerint az embriók értékének eldöntésénél fontos adatnak tekintendő, hogy tudniillik a *Stylonychia Mytilusnak* embrió-gömböket rejtő egyénei igen gyakran tartalmazzák azon rövid kocsányú s öt gyűrűs tarajjal ellátott csinos tokokat, melyeket WEISSE *Orcula* név alatt írt le,[1] s melyekről CIENKOWSKI kimutatta, hogy a *Podophrya fixa* tokjainál nem egyebek,[2] mely állítást STEIN, ki ezen tokokat előbb a *Vorticella microstoma* Podophryákká változó alakjainak tekintette, véglegesen megerősítette.[3]

Az előadott észleletekre támaszkodva, mint már említve volt, STEIN a maga Acineta-elméletét, miután eredeti alakjában elvetette, akként módosította, hogy az Acinetafélék nem egyebek különböző csillószőrös ázalékállatkák acinetaszerű embrióiból fejlődött *dajkáknál*, melyeknek rajzósarjairól feltehető, hogy ismét szájjal biró ázalékállatkákká változnak. Mivel a további vizsgálatok, mint már említém, ezen feltevést alaptalannak bizonyították, STEIN végkép elvetette éveken keresztül védelmezett kedvencz elméletét, az Acinetinákban önmaga is önálló szervezeteket ismert fel, melyek a szájjal biró ázalékállatkákkal semminemű fejlődési összefüggésben nem állanak. Könnyen belátható, hogy STEIN Acinetaelméletének végképi elvetésével egyúttal embrióelméletét is megfosztatta alapjától; mert ha az Acinetafélék önálló szervezetek, melyek semmi fejlődési összefüggésben nem állanak a szájjal biró ázalékállatkákkal: úgy a STEIN vizsgálatai szerint Acinetafélékké változó s ezen alakban tovább élő és szaporodó embriók sem tartozhatnak az illető ázalékállatkákhoz, melyekben képződtek. E szerint tehát az embrióelmélet az Acinetaelmélet elvetésével magától romba dől, s ha STEIN az előbbit mégis fentartja, csakis arra támaszkodhatik, hogy felfogása szerint az embriók az ázalékállatkák ivaros szaporodásának termékei, s hogy az embriók egy kétségkívül az anyaázalékállatkához tartozó szervből, a *csírafészek* (*Keimstock*, STEIN, *embryogène*, CLAPARÈDE et LACHMANN) értékével biró magból fejlődnek.

BALBIANI, ki első vizsgálatai után a *Paramecium Bursariában* fejlődő acinetaszerű embriókat szintén a Paramecium valódi embrióinak tartotta, mint említők, vizsgálatai folyamatában csakhamar azon eredményre jutott, hogy a szóban forgó embriók kívülről vándorolnak be az ázalékállatkákba s teljesen azonosak a CLAPARÈDE és LACHMANN-tól *Sphraerophrya pusilla* elnevezés alatt leirt kis Acinetafélével.[1*] Ezen Acinetafélének az ázalékállatkák acinetaszerű embrióival való teljes megegyezése már CLAPARÈDE-nek és LACHMANN-nak is feltünt,[2] nem különben felötlött az is, hogy a társaságukban élő ázalékállatkákra kapaszkodnak s ezeket kiszívják; ezen észleletük magyarázására az «Études» szerzői hajlandók feltenni, hogy azok az Acinetafélék, a melyeket ők *Sphraerophrya pusilla* név alatt leirtak, nem egyebek, mint a velök együtt élő ázalékállatkák embriói; hogy az embriók saját szülőiket kiszívják, abban nem látnak semmi lehetetlenséget.[3] BALBIANI észleletei egészen más képet tárnak fel:[4] a Sphærophryák, miután rászívták magukat valamely gazdáúl szolgáló ázalékállatkára, benyomulnak a gazda belsejébe, ennek cuticuláját, mint egy visszafordított keztyűujjat, befelé tűremlítve s zacskóvá tágítva. A gazdájuk belsejébe jutott Sphærophryák nem egyebek, mint STEIN embrió-gömbjei, melyek a STEIN-tól pontosan tanulmányozott módon szaporodnak, s melyeknek oszlási sarjai a betüremlített cuticula zacskó csöves részén, a szülőjáraton s a szülőnyiláson át, acinetaszerű embriók alakjában kinyomúlnak.

BALBIANI felfogásának helyessége mellett nyomós érvként hozta fel azon észleletét, hogy az állítólagos

[1] ENG. id. ért. 17.

[2] Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Petersbourg. II. (1855) 263—72. V. ö. STEIN, Der Org. I. 48.

[3] Der Org. id. h.

[1] Études. II. 385.

* A *Sphaerophrya pusilla*, úgy látszik, hogy csupán kisebb termetével különbözik a *Podophrya fixának* kocsánytalan alakjától («Les Sphærophrya sont des Podophryes libres et non pédicellées.» CLAP. et LACHM. Ét. II. 385.), melybe STEIN is átmenni látta az acinetaszerű embriókat. Ezen két nem okvetetlenül egyesítendő s felfogásom szerint az egyesítésnél a prioritás kérdését figyelmen kívül kell hagyni s a Podophrya fixa elnevezést, minthogy — *lucus a non lucendo!* — teljességgel nem illik, ezen igen közönséges Acinetinetafélére, mely se nem mindig kocsányos (tehát nem *Podophrya!*), se nem mindig rögzített (tehát nem *fixa!*), — egészen el kellene ejteni s helyette a *Sphaerophrya libera* elnevezést használni, mely faji név a *Podophrya fixa* kocsánytalan alakjának jelölésére már különben is használatban van. Feltéve, — s ez igen valószínű, — hogy a *Sphaerophrya pusilla* csakis kisebb termetével különbözik a *Sph. liberától*, ez esetben természetesen a két faj is egyesítendő lenne.

[2] Études. III. 106.

[3] Ét. id. h.

[4] V. ö. id. ért.

embriókat tartalmazó ázalékállatkák képesek másokat embrióikkal megfertőztetni; ő u. i. a *Paramecium Aureliának* nagyobb számú embriókat nem tartalmazó példányaihoz néhány embriókat rejtő példányt adott s már négy nap múlva csaknem valamennyi Parameciumot embriókkal megfertőztetettnek találta.[1]

Balbiani-éval egyező felfogást nyilvánított Carter is, anélkül azonban, hogy újabb bizonyítékokat hozott volna fel.[2]

Ugyanily értelemben nyilatkozott Mecsnikov is, ki a *Sphaerophrya pusillának* a *Paramecium Aureliába* való benyomulását, szaporodását s oszlási sarjainak acinetaszerű embriók alakjában való kivándorlását szintén megfigyelte.[3]

Stein mindezen észleletekkel szemben fenntartotta s tudományos tekintélyének egész súlyával védelmezte embrióelméletét,[4] melyet Bütschli-nek[5] s Engelmann-nak[6] csaknem egyidejüleg közzétett újabb vizsgálatai végkép megczáfolták, Balbiani felfogását ellenben diadalra emelték. Engelmann felszólalásának annál nagyobb súlyt kell tulajdonítanunk, minthogy, mint fentebb említők, épen ő volt az, ki korábbi vizsgálatai alapján Stein felfogását oly határozottan támogatta.

Bütschli a *Stylonychia Mytilusnál, Paramecium Bursaria-* és *P. Aureliánál* szakadatlan észleleti sorozatok s fertőzési kísérletek alapján mutatta ki, hogy az állítólagos acinetaszerű embriók tényleg nem egyebek élősdi *Sphaerophryáknál;* a Parameciumokra nézve megerősítette továbbá Balbiani azon állítását is, hogy az embriógömböket s embriókat rejtő tömlők a gazda betüremlített cuticulájának felelnek meg.[7]

Engelmann szintén szakadatlan észleleti sorozatra támaszkodva mutatta ki, hogy a *Vorticella microstomának* tapogatók nélküli, peritrich embriói egyik Vorticellából a másikba vándorolnak, s e szerint az embrió-epidemia, mint valamely ragályos betegség, kölcsönös fertőzés útján terjed.[8]

[1] Note sur un cas de parasitisme etc. CR. T. 51. (1860) 319.

[2] Notes and corrections on the Org. of Infusoria. Ann. and mag. of. nat. hist. III. ser. VIII. (1861) 288. V. ö. Bütschli, Studien etc. 345.

[3] Ueber die Gattung Sphærophrya. AAP. (1864) 258.

[4] Der Org. II. 50—55.

[5] Studien etc. 343.

[6] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 584.

[7] Id. m. 354.

[8] Id. ért. 593.

Stein, mint láttuk, azt állítja, hogy az embriógömbök a magból fejlődnek; evvel szemben Engelmann az eddigi észleleteket összeállítva, kimutatja, hogy azon esetek, melyekben embriógömbök jelenléte mellett a mag változatlan állapotban találtatott, nem csupán relative, hanem absolute is igen nagyszámúak; továbbá, hogy mindazon igen számos esetben, melyekben csak egyetlen embriógömb volt jelen, tehát oly állapotokban, melyek nagyobb valószínűséggel tarthatók igen koraiaknak, mint igen késóieknek, a magok kivétel nélkül normálisaknak találtattak.[1]

Stein, mint említők, felteszi továbbá, hogy az embriógömbök az egybekelés alatt, vagy után szétdarabolodó mag részeiből, az általa csíragömböknek, Balbiani-tól petéknek nevezett képletekből fejlődnek. Hogy ez nincs így, erről alkalmam leend alább tüzetesen szólani.

Az embrióelmélet ellen szól továbbá azon körülmény, mire Engelmann előtt már Balbiani figyelmeztetett a *Didinium nasutum* leirásánál,[2] hogy t. i. embrióképződés és oszlás már többször észleltetett egyidejüleg ugyanazon ázalékállatkánál. Ezt észlelte Claparède és Lachmann a *Stentor Roeselii* két példányánál,[3] Stein két izben a *Vorticella microstománál,*[4] Engelmann ugyanennél[5] s Balbiani a *Didinium nasutumnál.*[6] Ha tekintetbe veszszük, hogy két különböző szaporodási módnak egyidejüleg való véghezmenetele más szervezeteknél egészen ismeretlen s alig képzelhető: úgy ezen egy körülményt is nyomós érvnek kell tartanunk az embrióelmélettel szemben.

Ezek ellenében a Stein-tól felhozott érvek közül csak három jöhet szóba: 1. a szülőnyilásnak állandó helye a *Stylonychia Mytilus* szájpereménék bal szegélye alatt; 2. azon tényállás, hogy ez embriógömbök nem emésztetnek meg; 3. azon feltünő körülmény, hogy az élősdi *Sphaerophryák,* melyek csillószőrözetüket tekintve különböző fajokhoz tartozóknak látszanak,* épen csak bizonyos fajokhoz tartozó ázalékállatkákat támadnak meg, míg más ezekkel együtt

[1] Id. ért. 588.

[2] Sur le Didinium nasutum, Stein. Archives de Zoologie expérimentale. Tome II. Nr. 3, Juillet (1873) p. 390.

[3] Études. III. 190.

[4] Der Org. II. 118.

[5] Id. ért. 596.

[6] Id. ért. id. h.

* A Vorticellafélék tapogatóknélküli peritrich «embriói» számára Engelmann az *Endosphaera* nemi nevet hozza ajánlatba (Id. ért. 601.).

élők s hozzájuk gyakran igen közel állók támadasaiktól egészen mentek.

A mi az elsőt illeti, ennek ENGELMANN a következő ép oly egyszerű, mint kielégítő magyarázatát adja: «A *Sphaerophrya* igen kicsiny és könnyű lény, mely rendesen csak passive, még pedig igen könnyen hozatik mozgásba. Mihelyest egy *Stylonychia* közelébe jut, azon örvény, melyet ennek felette erős szájmelletti serteive előidéz, megragadja s a szájfelé tereli. Ha a szájon be nem sodortatik, tapogatói segítségével a szájperem zugában megkapaszkodhatik s a hátrafelé irányuló vízáram folytonos nyomása alatt kissé hátra felé szorúlhat, hol azután a gazda testébe nyomúl. Itt azután megmarad, a behatolási nyilás pedig ismét elzáródhatik. Előrelátható, hogy a Stylonychia testfala ezen helyen ennek megtörténte után is könnyebben lesz sérthető s ennek következtében a belülről neki nyomúló «embriók» itt könnyebben fogják keresztülfúrhatni, mint más pontokon. Megjegyzendő különben, hogy néhány esetben BALBIANI és én egynél több «szülőnyilást» találtunk s ezek között egyet, vagy többet a Stylonychia hátoldalán.»[1]

A mi a másik ellenvetést, azaz azt illeti, hogy az embriógömböket a gazda meg nem emészti, erre nézve legyen elég arra utalnunk, hogy bizonyos élősdi rovarálczákat s férgeket sem emésztenek meg gazdáik, noha ezeknek gyomrában élnek: miért nem emészti meg kérdhetnők például a ló a Gastrusálczákat, a sündisznó a Physaloptera clausát, vagy a menyét a Distomum megastomumat s számos más állat a gyomrában tanyázó élősdieket? Az élősdi szervezeteknél általában annyi egyéb megoldásra váró biologiai rejtélylyel állunk szemben,* hogy a felhozott érvnek az élősdiség ellen szóló bizonyító erejét teljességgel kétségbe kell vonnunk. — Másrészt azonban, legalább a Parameciumoknál, igen egyszerűen magyarázhatjuk meg a meg nem emésztődés okát, ha tekintetbe veszszük, hogy ezeknél, BALBIANI és BÜTSCHLI szerint, a betolakodott Sphærophryák a gazda cuticulájához tartozó zacskóba zárvák s nem valószínűtlen, hogy az embriógömbök más ázalékállatkáknál is a gazda nem emésztő kéregplasmájához tartozó rétegbe vannak burkolva.

A harmadik ellenvetéssel szemben ismét felhozhatjuk, hogy más élősdiek is megválogatják gazdáikat, miért ne válogatnák meg tehát az élősdi Sphærophryák is? Annál is inkább lehetséges ez, mert, ENGELMANN szerint, a szabadon élő Acinetafélék is válogatósak zsákmányukban. De másrészt ugyanezen érvet az embrióelmélet ellen is felhozhatnók; mivel épen nem látható be, hogy miért szaporodnának némely szájjal bíró ázalékállatkák oszláson és külső sarjadzáson kívül belső embriók által is, míg legközelebbi rokonaikban embriók soha sem fejlődnek. Igy pl. a *Stylonychia Mytilusnál* igen gyakoriak az embriók, míg az ép oly közönséges *Stylonycha pustulata-* és *Histrionál* sem STEIN, sem más sohasem észlelte, hogy a mag szétdarabolódása következtében képződő csíragömbök embriógömbökké fejlődnének.[1]

Mindezeket tekintetbe véve, az embrióelméletet a STEIN-től kifejtett alakban megczáfoltnak kell tekintenünk s az élősdiségi felfogással szemben csak még egy lehetőségre lehetne gondolni, arra t. i., hogy az «embriók» embriók is, élősdiek is. «Tényleg gondolható, — mondja ENGELMANN, — hogy először az általok lakott fajoknak embrióiként fejlődnek ki, az anya elhagyása után pedig egy más ugyanazon fajbeli egyénbe tolakodnak, hogy ebben, mely e szerint valódi dajkának feladatát teljesítené, tovább nőjenek s ivartalan úton utódokat hozzanak létre. Ezek azután ismét új egyénekbe vándorolnának be s miután ezen folyamat többször ismétlődött, az utolsó nemzedék végre visszatérne az anyának alakjára.»[2]

Ezen felfogás, mely semmi ismert analogiára nem támaszkodhatik, a priori igen valószínűtlennek látszik s maga ENGELMANN is annak tartja; tekintetbe véve azonban azt, hogy a szájjal bíró ázalékállatkák és Acinetafélék közötti fejlődésbeli összefüggés lehetősége kizárva nincsen, absolute lehetetlennek mégsem mondható.

Meg kell itt még emlékeznem némely ázalékállatkának úgynevezett *monasszerű,* valamint a *Dicyemafélék* embrióiról.

Az előbbieket, mint már fentebb említettem, STEIN fedezte fel a *Vorticella microstomának* betokozott egyénein,[3] s velök egészen megegyezőknek

[1] Id. ért. 599.

* Például, — hogy mást ne hozzok fel, — mily módon lélekzenek a ló gyomrában és belében élődő Gastrusálczák? vagy, mi annak az oka, hogy a Tritonok húgyhólyagjában élődő *Trichodina Pediculusokat* nem öli meg a húgy, holott ugyanazon Triton külső bőrén élő s ugyanazon fajhoz tartozó Trichodinákra egyetlen csepp húgy halálos méreg?

[1] Der Org. II. 86.

[2] Id. ért. 602.

[3] Die Infus. 194. 203.

fejlődését észlelte CIENKOWSKI a *Nassula ambiguá-nak* szintén betokozott egyéneiben,[1] később pedig ismét STEIN a *Stylonychia pustulata* tokjaiban.[2] A betokozott ázalékállatkák plasmájában nehány gömbölyüded vagy körtealakú tömlő képződik, melyek egy felületükből kisarjadzó palaczknyakalakú nyúlványnyal áttörik az ázalékállatka tokját, hogy a belsejükben fejlődött apró, vesealakú, ostoros rajzókat kibocsássák, melyek szétrajzásuk előtt rövid ideig, mint bizonyos Saprolegniák rajzói, szintelen, nyálkás gömbbe vannak zárva. COHN már 1857-ben figyelmeztetett arra, mennyire megegyeznek ezen képződmények a moszatsejtekben élődő *Chytridium endo genummal,*[3] s később STEIN maga is azon, bizonyára helyes felfogáshoz csatlakozott, hogy a monasszerű embriók voltaképen élősdiek.[4]

A mi pedig a Kephalopodok veséiben (visszéri függelékeiben) élődő *Dicyemaféléket* illeti, az ezeknek belsejében képződő embriók, csakugyan valódi embriók, csakhogy ezen szervezetek, mint VAN BENEDEN EDUARD-nak vizsgálatai bizonyítják[5] sejtekből összetett szervezetek s eszerint nem tartozhatnak az Opalinafélékhez s általában az ázalékállatkákhoz, melyekhez CLAPARÈDE és LACHMANN[6] sorolta.

B) Conjugatio.

A csillószőrös ázalékállatkák egybekelésének (Conjugatio, Zygosis) lefolyása, lényege és jelentősége.

Mindjárt e munka elején volt alkalmam megemlíteni, hogy már a láthatatlan világ felfedezője, LEEUWENHOEK is észlelt párosával egyesült ázalékállatkákat, melyekről feltette, hogy közösülésre (coitus) keltek össze; ugyanily magyarázatot adtak a hosszában egyesülve talált ázalékállatkáknak JOBLOT, BAKER és GLEICHEN, míg más búvárok ezen párokban oszló egyéneket véltek felismerhetni. MÜLLER O. FR. végre leghatározottabban állította, hogy a *Paramecium Aureliánál* oszláson kívül valóságos egybekelés, párosodás («vera copula») van.

[1] Ueber Cystenbildung der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 303.

[2] Der Org. I. 165.

[3] Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans. ZWZ. IX. (1857) 145.

[4] Der Org. I. 105.

[5] Recherches sur les Dicyemides, survivants actuels d'un embranchement des Mésozoaires. Bullet. de l'Acad. royale de Belgique. 1876.

[6] Études. III. 201.

EHRENBERG, DUJARDIN s kortársaik az egybekelésre vonatkozó régibb adatokat mind téveseknek állították s a legújabb időig makacsúl tartotta magát azon felfogás, hogy az ázalékállatkák haránt- és hosszirányú oszlás útján szaporodnak, s hogy e hossztengelyük irányában egymást megfekvő párok nem egybekelés, hanem oszlás alatt állanak. STEIN ugyan már 1849-ben felfedezte a *Podophrya fixa* egybekelését,[1] CLAPARÈDE és LACHMANN pedig kimutatta az egygyéolvadással végződő egybekelés gyakori előfordulását a *Podophrya Pyrum-, P. quadripartita-* és *Acineta mystacinánál,*[2] valamint a *Vorticella microstoma-, Carchesium polypinum-* és *Epistylis brevipernél;*[3] mindez azonban egyelőre befolyás nélkül maradt a hosszirányú oszlási folyamatról szóló felfogás megváltoztatására.

BALBIANI-t illeti azon nagy érdem, hogy kimutatta, hogy azon folyamat, melyet oly hosszú ideig általában hosszirányú oszlásnak magyaráztak, voltaképen egybekelésnek felel meg, s hogy az egybekelés a csillószőrös ázalékállatkák életében eddigelé nem is gyanított fontos szerepet játszik.[4]

STEIN egy ideig még habozott BALBIANI felfogásához csatlakozni s monografiájának első részében BALBIANI tanával szemben még hosszirányú oszlásnak tartja a szóban forgó folyamatot;[5] további vizsgálatok alapján azonban csakhamar megváltoztatta felfogását[6] s BALBIANI tanát, amennyiben az a hosszirányú oszlásnak tartott folyamatot egybekelésnek tekinti, határozottan magáévá tette. Ezenkívül STEIN csak abban egyezik meg BALBIANI-val, hogy szerinte is az ivaros szaporodásnak egy neme egybekeléssel veszi kezdetét, s hogy a magban és magocskában ő is női és hím ivarmirigyet lát; egyebekben ellenben, nevezetesen az egybekelt ázalékállatkák mag-

[1] Die Infus. 147.

[2] Études, III. 123—129.

[3] LACHMANN, Ueber die Organisation der Infusorien. AAP. (1856) 396. — Études, III. 229—233.

[4] Sur l'existence d'une génération sexuelle ches les Infusoires. CR. Tom 46. 628. — Recherches sur les organes générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR. Tome 47. 383. — Továbbá főmunkája, Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extr. du Journ. du la Physiologie. Nos de Janvier à Octobre 1861.

[5] Der Org. I. 99.

[6] V. ö. ENGELMANN, Zur Naturgesch. der Infus. ZWZ. XI. (1861) Sep. 2, megj. a. — Továbbá: STEIN, Ueber die Hauptergebnisse der neueren Infusorienforschungen. Wien (1863) 22. — Végre, Der Org. II. 68.

képleteinek az egybekelés tartama s befejezte után véghez menő változásait illetőleg BALBIANI-tól lényegesen eltér, — lényegesen eltér továbbá a legfontosabb pontban, abban tudniillik, hogy az egybekelés megindította ivaros szaporodás mily eredményre vezet; mert míg BALBIANI szerint a magocskában képződő ondószálacskáktól megtermékenyített magrészletek *peték* alakjában üríttetnek ki, addig STEIN szerint maga a mag termékenyíttetik meg, a mag részleteiből pedig a már említett *csíragömbök* képződnek, melyek *embriógömbökké* válva, oszlás utján azon *embriókat* hozzák létre, melyekkel az előbbi fejezetben részletesen foglalkoztunk.

CLAPARÈDE az «Études» harmadik részéhez 1860. írt függelékben [1] szintén megerősíti BALBIANI azon felfedezésének helyességét, hogy a hosszában egyesült ázalékállatkák nem oszlanak, hanem egybekeltek.

Más búvároknak, első sorban ENGELMANN-nak [2] KÖLLIKER-nek,[3] továbbá BÜTSCHLI-nek,[4] valamint ENGELMANN-nak újabb vizsgálatai [5] a csillószőrös ázalék állatkák egybekelésének létezését minden kétség fölé emelték. Az utóbb idézett két búvárnak nagyfontosságú vizsgálatai továbbá kimutatták azt is, hogy amaz, a szakbúvárok körén túl is nem mindennapi szenzácziót keltő felfedezés, hogy az ázalékállatkáknál az ivartalan szaporodáson kívül valóságos ivaros szaporodás is van, mely az egybekeléssel, a közösülés egy nemével veszi kezdetét, s melynél here és petefészek, ondószálacskák és peték, illetőleg embriók szerepelnek: helyes s részben igen pontos vizsgálatoknak helytelen értelmezésén alapszik — a mi természetesen csakis az úttörő vizsgálatoknak újabb s teljesen elfogulatlan búvárlatok útján való ellenőrzése s különböző irányból való megvilágítása által vált lehetségessé.

A csillószőrös ázalékállatkák egybekelésének ismerete minden részleteiben teljesen kielégítőnek mai nap sem mondható; annyi azonban bizonyos, hogy sem a BALBIANI-, sem a STEIN-tól kifejtett ivaros szaporodásra, sem peték, sem embriók fejlődésére nem vezet.

A tárgyalásnak és áttekinthetésnek könnyítésére czélszerűnek tartom az előadandókat több fejezetre osztani.

[1] 264.

[2] Zur Naturgesch. d. Infus. ZWZ. XI. (1861) 347.

[3] Icones histiologicæ. I. Abth. (1864) 17.

[4] Einiges über Infusorien. AMA. IX. (1873) 657. — Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zellentheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426. — Továbbá: Studien über etc. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. X. (1876) 262—452.

[5] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ .I (1876) 582—634.

Az egybekelés módjai, az egybekelt párokon létrejövő külső változások, az egybekelés időtartama.

Az egybekelés rendesen két egyén között történik, csak kivételesen észleltetett három egyén egybekelve; három egybekelt (felfogása szerint hosszirányban egyidejüleg három egyénre oszló) *Paramecium Bursariáról* COHN,[1] valamint ENGELMANN [2] három, sőt még több egybekelt *Vorticella microstomáról* CLAPARÈDE és LACHMANN,[3] hármasával egybekelt *Paramecium Aureliáról* s *Amphileptusokról* végre STEIN tett említést.[4]

Az egybekelés módjára, az egybekelt párok egymás irányában való helyzetére legnagyobb befolyással van a szájnak helye s környezetének szerkezete.[5] A szájnélkül ázalékállatkák egybekelése STEIN, valamint CLAPARÈDE és LACHMANN vizsgálatai után csak nehány Acinetafélénél *(Podophrya fixa, P. Pyrum, P. quadripartita, Acineta mystacina, A. Lemnarum, A. Phryganearum)* ismeretes, melyeknél az egybekelés, — annak megfelelőleg, hogy szájuk nincsen, — a testfelület különböző pontjával történhetik: majd oldalhelyzetben fekszik meg egymást, mi közben a két egyén hossztengelye párhuzamosan áll, majd ismét oly módon, hogy hossztengelyeik egymást hegyes szög alatt szelik, majd végre testük tetőpontjával (Scheitel) kelnek egybe.

A szájjal bíró ázalékállatkáknál STEIN háromféle egybekelési módot különböztet meg: *szájvégi, hasi és oldali egybekelést* (terminale, ventrale, laterale Conjugation).[6]

Szájvégi egybekelés jellemzi mindazon ázalékállatkákat, melyeknek szája testük melső végén van, mint például a *Didinium, Mesodinium, Enchelys, Enchelyodon, Phialina, Lacrymaria, Holophrya, Coleps*-nemeknél. Ezen ázalékállatkák mintegy szájjal szájra szívják rá magukat s ennek következtében

[1] Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Inf. ZWZ. III. (1851) 271.

[2] Zur Naturgesch. ZWZ. XI. (1861) Sep. p. 2.

[3] Études, III. 230.

[4] Der Org. II. 76.

[5] STEIN, Der Org. II. 67.

[6] Der Org. II. 68.

egybekelésük alattt táplálékot nem vehetnek fel, testük belseje pedig egymással nyilt közlekedésben áll. Minthogy az ily módon egybekelt egyének rendesen egyenes vonalban fekszenek egymás mögött, a *syzygia** első pillanatra könnyen összetéveszthető előrehaladt stadiumon levő harántirányú oszlással.

Az oldalt álló szájjal bíró ázalékállatkáknak egybekelése majd hasi, majd oldali; megjegyzendő azonban, hogy közel rokon ázalékállatkák, mint pl. az *Euplotes-* és *Oxytrichafélék* lényegesen különböző módon kelhetnek egybe, sőt a syzygia ugyanazon fajhoz tartozó ázalékállatkáknál sem mindig egyenlő.

A hasi egybekelésnél a párok hasi oldalukkal simulnak egymáshoz; az egybekelés későbbi stadiumán azonban nem fekszik meg egymást egészen, hanem csak mellső testvégükkel, míg a hátsók szabadok maradnak s többé-kevésbé elállanak. Az összenövés is csupán a szájperem, közvetetlen érintkező külső részén jő létre, úgy hogy a szájhoz még mindig vezet egy szűk rés. Ilyenek a syzygiák a *Styloplotesnél* s a *Parameciumoknál.* A jól kifejlett peremkoszorúval bíró *Heterotrichek* a peremmezejükkel kelnek egybe, mely kisebb-nagyobb területen összeolvad, míg a két egyén testének szabadon maradó része többé-kevésbbé eláll. Az *Euplotesfélék* hasi oldaluk mellső, bal szélének egy kis területén tolják magukat egymásra s csak ezen területen nőnek össze, testük többi része egészen szabadon marad. Számos szájperemmel nem bíró holotrich ázalékállatka szintén a hasoldal mellső részének csupán egy kis oldali területével kel egybe. Az *Amphileptus* és *Trachelius*-nemek orrmányszerűleg megnyúlt mellső testvégük hasoldalának egész hosszában egyesülnek.

Az oldali egybekelésnél a párok egyszerűen egymás mellé fekszenek s mellső testvégüknek érintkező, a helyzetnél fogva természetesen különnemű (jobb és bal) széleivel egyesülnek. E mellett gyakori azon eset, hogy az egyik egyén mellső testszélével a másiké alá csúszik s az egyik hátoldalának jobb, a másik pedig hasoldalának bal szélével egyesül párjával. Az egyesülés megtörténtével azután az egyik egyén teste többé-kevésbé a másik alá csúszhatik, úgy hogy a hasoldalával egyesült a hátoldalával egyesültön mintegy nyargal; vagy pedig másodlagosan hassal egymásra is borúlhatnak, akként t. i., hogy a két egyén hossztengelye irányában egymásfelé fordul s a syzygia ez esetben könnyen hasinak volna tartható. A syzygiának ezen módja jellemzi a lapított testű ázalékállatkákat, nevezetesen a *Chlamydodontokat,* a *Lionotus*-nemet, az *Aspidisca-* és *Oxytrichaféléket.*

A *Vorticellaféléknél* az egybekelésnek két egymástól különböző módja ismeretes, t. i. oldali és rügyszerű egybekelés.

Az előbbi egybekelési módot Claparède és Lachmann fedezte fel a *Vorticella microstoma-, Carchesium polypinum-* és *Epistylis crassicollisnál* [1] s előfordulását megerősítette Stein a *Vorticella microstoma-* és *V. Campanulánál,* [2] Bütschli pedig a *V. nebuliferánál.* [3] Claparède és Lachmann csupán kocsányokon ülő Vorticellaféléknél észlelte az egybekelés ezen módját, melynél két, a *V. microstománál* néha három egyén oldalával lép egybekelésre, erre a syzygiában levő egyének, vagy mint az idézett búvárok nevezik, a *zygozoitok,* hátsó csillószőrkoszorút növesztve, leválnak kocsányaikról s rajzásnak indulnak, mely alatt egyetlen nagy egyénné nőnek össze s később ismét letelepednek. Stein ugyanezen teljes egygyéolvadással végződő egybekelési folyamatot a *Vorticella Campanulának* csupán hátsó csillószőrkoszorúval szabadon rajzó egyénein észlelte.

Sokkal gyakoribb a Vorticellaféléknél az egybekelésnek egy másik módja, melyet Stein fedezett fel s *rügyszerű egybekelésnek* (knospenförmige Conjugation) [4] nevezett. Ezen egybekelési mód ismeretét Stein-en kívül, ki azt igen nagyszámú Vorticellaféléknél észlelte, Greeff, [5] Everts, [6] Balbiani, [7] Bütschli [8] és Engelmann [9] vizsgálatainak köszönjük.

Említettem már a csillószőrös ázalékállatkák sarjadzás útján történő szaporodásának tárgyalásánál Stein-nek azon fontos felfedezését, hogy azon kis sarjadékszerű egyének, melyeket a Vorticellafélék testének alapi részén, vagy oldalán igen gyakran lehet észlelni, s melyeket Spallanzani-tól kezdve valódi

* *Syzygia* kifejezéssel az egybekelt párokat jelöljük, tekintet nélkül arra, vajjon elválnak-e később az egyesült egyének, vagy pedig utóbb teljesen egygyéolvadnak.

[1] Lachmann, Ueber die Organisation etc. AAP. (1856) 396. — Études, III. 229—233.

[2] Der Org. II. 73. 112.

[3] Studien. 451.

[4] Der Org. II. 73.

[5] Untersuch. üb. die Naturgesch. d. Vorticellen. AN. 37. Jahrg. I. (1871) 206.

[6] Untersuch. an Vort. nebulifera ZWZ. XXIII. (1873) 608.

[7] Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Tome 81. (1875) 676.

[8] Studien. 338. 445.

[9] Ueber Entwickelung etc. MJ. I. (1876) 621.

sarjaknak tekintettek, voltaképen a nagyobb egyénnel egybekelésben vannak. A rügyszerű egybekelésnél ugyanis mindig egy kisebb egyén, *mikrogonidium*, (*Kleinsprössling, Mikrogonidie*, STEIN),[1] mely hátsó csillószőrkoszorúja segítségével rajzik, keres fel egy kocsányán ülő nagyobb egyént, *makrogonidiumot*,[2] hogy a csillószőrkoszorút viselő test végével magát annak oldalára, többnyire e test közepe táján, vagy ez alatt, ritkán e felett, mintegy ráoltsa s vele végre egygyéolvadjon, vagy helyesebben, amabba beleolvadjon. Azon változásokról, melyek a rügyszerű egybekelésben levő egyének magképletein észlelhetők, alább fogok szólani s itt csak annyit akarok megemlíteni, hogy a mikrogonidium vagy egészen beleolvad a kocsányos egyénbe, vagy pedig üres, töpörödött, ránczos, vagy tüskés kinövésekkel borított cuticulája visszamarad s végre levettetik.

A rügyszerű egybekelésnél rendesen csak egyetlen mikrogonidium oltja magát rá a makrogonidiumra, csak az *Opercularia articulatánál* tesz STEIN említést két, egész hat, ráoltott mikrogonidiumról, melyek egészen szabálytalanul voltak a kocsányon ülő Opercularia felületén szétszórva.[3] Én magam nem ritkán észleltem az *Epistylis branchiophilán* két ráoltott mikrogonidiumot, melyek közül az egyik a test közepe táján, a másik a harangperemen, vagy közvetetlenül ez alatt foglalt helyet.

STEIN, GREEFF és ENGELMANN vizsgálatai útján tudjuk, hogy a telepeket képező Vorticellaféléknél, nevezetesen a *Zoothamnion, Carchesium* és *Epistylis*-nemnél, a mikrogonidiumokat külön egyének szolgáltatják, melyek gyorsan ismétlődő oszlás útján 4—8 apró egyénből álló csinos bokrétákká változnak, melyeknek hátsó csillószőrkoszorút nyert apró egyénei a bokréta szétbomlása után mint mikrogonidiumok szétrajzanak.

Az *Epistylis plicatilisnél* ENGELMANN azon érdekes megfigyelést tette,[4] hogy a mikrogonidium képződés nem egyidejüleg megy véghez ugyanazon telep valamennyi ágrendszerén, hanem mindig az egyik oldalról kiindulóan terjed el lassankint a többi részekre. Ennek megfelelőleg azután a rügyszerű egybekelésnek további jelenségei is különböző időben folynak le ugyanazon fácskának különböző ágterületein. A mikrogonidiumoknak állandóan négy egyénből álló bokrétai mindig egy vagy több testhoszszal alább vannak elhelyezve, tehát rövidebb ágakon ülnek, mint a makrogonidiumok. Az ugyanazon telepen egymás után képződő mikrogonidiumok összes száma ugyanazon telep makrogonidiumainak számát eléri, sőt túl is haladja. A mikrogonidiumok, melyek csak mintegy ¼—½ óráig rajzanak, csak olyan makrogonidiumokra látszottak rögzítődni, melyek alatt mélyebben fekvő ágakon mikrogonidiumok már képződtek, vagy képződésben vannak, s egészen megvetni látszanak mind az ugyanazon, mind más telepeknek mindazon egyéneit, melyek csokrokká fejlődő oszlási sarjakat még nem szolgáltattak.

A szintén telepeket képező *Opercularia*-nemnél a mikrogonidiumok képződése, amennyiben ezt STEIN-nek az *Opercularia infusionumon* tett vizsgálatai után ismerjük,[1] — másképen történik, mint a *Zoothamnion, Carchesium* és *Epistylis*-nemnél. Az *Opercularia infusionumnak* igen vékony kocsányú s csak kevés számú egyénből álló telepei között többször talált STEIN olyanokat, melyeknek csupán két, egymástól elálló kocsányágának egyikén egy rendes nagyságú s megnyúlt egyén, a másikon pedig egy megrövidült, oszlásra készülő egyén, vagy e helyett már két oszlási sarjadék ült, melyek csak felényi nagyságúak voltak, mint a másik ágon ülő egyenlő korú társuk. Talált továbbá oly telepeket is, melyeknek kis oszlási sarjai ismét megoszlottak, úgy hogy az egész telep egyetlen nagy s négy igen kicsiny, de külön-külön kocsányon ülő egyénből állott, mely utóbbiak hátsó csillószőrkoszorúval voltak ellátva s kétségkívül rügyszerű egybekelésre szolgáló mikrogonidiumoknak feleltek meg.

A *Vorticella*-nemnél bokrétaképződés szintén nem fordul elő, hanem nyilván azon kisebb egyének szolgáltatják a mikrogonidiumokat, melyek, úgy mint az Operculáriánál, oly módon jönnek létre, hogy egyes egyének gyorsan egymásután oszlanak, minek következtében utódaik egyre kisebbednek; én legalább a *Vorticella microstoma-* és *V. nebuliferánál* a rügyszerű egybekelés ideje alatt mindig találtam a rendes nagyságuaknál jóval kisebb egyéneket, melyeknek oszlási sarjai kétségkívül mikrogonidiumokat szolgáltattak.

ENGELMANN továbbá, mint már fentebb előadtam, a *Vorticella microstománál* valóságos sarjadzást is észlelt s közvetetlenül sikerült megfigyelnie, hogy a

[1] Der Org. II. 137.
[2] ENGELMANN, id. ért. 632.
[3] Der Org. II. 126.
[4] Ueber Entwickelung etc. MJ. I. (1876) 625.

[1] Der Org. II. 126.

sarjadzás által keletkezett kisebb egyének rügyszerű egybekelésre szolgáló mikrogonidiumoknak felelnek meg.[1] Hogy azonban ez nem lehet a Vorticellák mikrogonidium-képződésének egyedüli módja, hanem, hogy a mikrogonidiumok egyszerű oszlás útján is fejlődhetnek, e mellett szól azon körülmény, hogy a sarjadzás a Vorticelláknál ENGELMANN szerint is csak igen ritkán fordul elő.

Hogy a *Vaginicolák, Cothurniák* s *Lagenophrysek* kis oszlási sarjai, melyekről már fentebb megemlékeztünk, szintén csak rügyszerű egybekelésre szolgálhatnak, ez azok után, miket a Vorticellafélék mikrogonidiumairól tudunk, alig szenvedhet kétséget és STEIN-nek csakugyan sikerült is a *Vaginicola crystallinánál* és *Lagenophrys Ampullánál* a rügyszerű egybekelést közvetetlenül megfigyelnie.[2]

A mi az egybekelt pároknak összefüggését illeti, erre nézve BALBIANI, — ki az ázalékállatkáknál külön ivarnyilást, sőt a *Paramecium Aureliánál* még ivarjáratokat is különböztet meg, melyek a száj előtt egy közös nyilásba egyesülnek,[3] azt tartja, hogy csupán valamely ragadós váladék által vannak mintegy egymáshoz forrasztva.[4] — A BALBIANI-tól leírt külön ivarnyilások s járatok azonban — mint STEIN kimutatta,[5] — bizonyára nincsenek meg, s valamennyi többi búvár egyetért abban, hogy az ázalékállatkák az egybekelés alatt kisebb-nagyobb területen közvetetlenül összenőnek s ennélfogva a syzygia két egyének belseje nyilt közlekedésben áll. A hasi és oldali egybekelésnél a párok kéregrétege az egybekelés területén resorptiót szenved, míg a szájvéggel egybekelő ázalékállatkák testbelseje minden resorptió nélkül közvetetlenül közlekedhetik.

ENGELMANN[6] és STEIN[7] több ázalékállatkán, nevezetesen az *Euplotes-* és *Oxytrichaféléken* az egybekelés alatt a szájperemnek visszafejlődését s újraképződését, továbbá a serterendszernek részben vagy egészben való megújulását észlelte; a megújulási folyamat addig fokozódhatik, hogy e syzygia keretén belül két egészen új, az egybekelteknél zömökebb testű ifjú egyén képződik. BÜTSCHLI szerint a *Colpidium Colpoda* és *Bursaria truncatella* egybekelt egyénein a szájperem, sőt a száj is teljesen visszafejlődik[1] s az egybekelés befejeztével kétségkívül újra képződik. — Igen valószínű, hogy a csillószőrözetnek s szájperemnek megújulása nem szorítkozik csupán az említett ázalékállatkákra, csakhogy a megújulás nem valamennyinél oly feltünő, mint az épen említetteknél.

Az egybekelés az ázalékállatkák egy részénél teljes *egygyéolvadással (copulatio)* végződik, azaz: két egyénnek testéből egy új egyén építi magát fel. Ilyen egygyéolvadás ismeretes CLAPARÈDE és LACHMANN,[2] továbbá STEIN[3] vizsgálatai után az *Acinetaféléknél;* a *Vorticellaféléknek* mind oldali, mind rügyszerű egybekelése szintén teljes egygyéolvadásra vezet, s már itt megemlíthetjük, hogy CLAPARÈDE és LACHMANN, valamint STEIN szerint is az egygyéolvadt Acinetaféléknek magja is egyetlen testbe nő össze; ugyanezt állítja BÜTSCHLI az oldalilag összeolvadó *Vorticella nebulifera* magjáról.[4] Ezeken kívül valóságos és teljes egygyéolvadás néhány oly ázalékállatkánál is észleltetett, melyek rendesen csak ideiglenesen szoktak egybekelni; nevezetesen, ezt észlelte ENGELMANN a *Stylonychia Mytilus-, St. pustulata-* és *St. Histrionál,*[5] STEIN pedig ugyancsak a *Stylonychia Mytilusnál.*[6] Ezen teljes egygyéolvadásnál, mint az Acineta- és Vorticellaféléknél, szintén összeolvadnak egymással a magok is, s a két egyénből egy egészen új egyén képződik, mely ENGELMANN szerint az egygyéolvadás befejeztével, 6—10 óra múlva, harántirányú oszlás útján szaporodásnak indul. — További vizsgálatok hivatvák azt eldönteni, vajjon a teljes egygyéolvadás más ázalékállatkáknál, melyeknél eddigelé csak egybekelés észleltetett, előfordul-e, a mi a priori épen nem látszik valószínűtlennek.

Az ázalékállatkák egybekelésének időtartama BALBIANI szerint 24 óra és 5—6 nap között változik,[7] mire STEIN megjegyzi, hogy BALBIANI-ra bízza az ezen állításért való felelősséget, minthogy ő semmi támaszpontot sem talál az egybekelés időtartamának meghatározására;[8] BÜTSCHLI-nek ellenben gondosan elkülönített párokon szintén sikerült az egybekelés

[1] Ueber Entwickelung. MJ. I. (1876) 582.
[2] Der Org. II. 128.
[3] Récherches, 61.
[4] Récherches, 60.
[5] Der Org. II. 74.
[6] Zur Naturg. ZWZ. XI. (1861) 5.
[7] Der Org. II. 70.

[1] Studien. 313. 321.
[2] Études. III. 123—129.
[3] Der Org. II. 68.
[4] Studien. 451.
[5] Zur Naturgesch. ZWZ. XI. (1861) Sep. p. 8, 20.
[6] Der Org. II. 70.
[7] Récherches 65.
[8] Der Org. II. 77.

időtartamát meghatározni,[1] oly hosszúnak azonban a Parameciumoknál sem találta, mint BALBIANI, ki 5—6 napra teszi, míg BÜTSCHLI vizsgálatai szerint már 24—48 óra múlva elválnak egymástól az egybekelt párok.[2]

Ha az egybekelt párok csak kis területen voltak összenőve, igen egyszerűen létesül a szétválás, s mint STEIN mondja,[3] ugyanazon menetet követi, mint az egyszerű kettéoszlás. Ha ellenben az összenövés nagyobb területre terjed, ha, mint pl. az Oxytrichaféléknél, egész testrészek elnyomattak, bonyolódottabbá lesz a szétválás s ez esetben, mint már említettük, a syzygia keretén belül két kisebb egyén indul fejlődésnek, mely szervezetét az egybekelt egyének testállományából egészen újra építi fel.

Az egybekelés alatt és után létrejövő belső változások.

Mielőtt még BALBIANI az ázalékállatkák ivaros szaporodásáról szóló szenzácziós tanát közzé tette volna, általános érdekeltséget keltettek MÜLLER JÁNOS-nak s tanítványainak, CLAPARÈDE és LACHMANN-nak, valamint LIEBERKÜHN-nek csaknem egyidejűleg, de egymástól függetlenül tett észleletei, melyek azt engedték sejteni, hogy az ázalékállatkákban bizonyos időben *ondószálacskák* képződnek.[4] — Ezen részint saját maga, részint tanítványaitól tett felfedezésről MÜLLER JÁNOS 1856-ban julius 10-én tett jelentést a berlini Akadémia ülésén.[5] Ő maga a *Paramecium Aureliának,* CLAPARÈDE és LACHMANN a *Chilodon Cucullulusnak* erősen megnagyobbodott magját részint egyenes, hegyesen végződő pálczikákkal, részint hullámzatos fürtöket képező fonalakkal találta tele; LIEBERKÜHN pedig ugyanily hullámzatos fonálgomolyt észlelt egy a *Kolpoda Renhez* közel álló ázalékállatkának magocskájában.

1857 tavaszán CLAPARÈDE és LACHMANN a párisi Akadémia nagy díjáért pályázó, két évvel előbb benyujtott nagy munkájuk kiegészítésére egy rajzokkal ellátott függeléket küldöttek be,[6] melyben a *Paramecium Aureliának* nem csupán magjában, hanem egyszersmind magocskájában is észlelt mozdulatlan pálczikákat, a *Stentor polymorphusnak* pedig egy külön ürében foglalt finom hullámzatos s élénken mozgó fonálpamatait írják le.

MÜLLER JÁNOS ismert óvatosságával s tartózkodásával nyilatkozott ugyan mindezen észleletekről, mindemellett azonban, — mint STEIN megjegyzi,[1] — egész előadásából világosan kitűnik, hogy nagy értéket tulajdonít nekik, s hogy a magban és magocskában észlelt pálczika- és fonálalakú képletekben az illető ázalékállatkák ondószálacskáit sejtette.

Teljesen egyre megy — folytatja továbbá STEIN — vajjon a szóban forgó képletek valóban ondószálacskák voltak-e, vagy nem; annyi bizonyos, hogy Németországban azoknak tartották, s hogy az illetékes körök ezek után nem kételkedtek többé az ázalékállatkák ivaros szaporodásában s a német természettudósoknak 1856 szeptemberében Bécsben tartott gyűlésén a berlini búvárok csak imént közölt felfedezése élénk megbeszélés tárgyát képezte s egyhangulag a fentebbi értelemben magyaráztatott. — Hogy továbbá MÜLLER JÁNOS és tanítványai észleleteiben mások is az ázalékállatkák ivaros szaporodásának felfedezését üdvözölték, ez világosan kitűnik LEYDIG-nek 1857-ben megjelent szövettani kézikönyvéből,[2] melyben arra utal, hogy a pálczika- és fonálalakú testecskék felfedezése esetleg megerősíti EHRENBERG azon felfogását, hogy az ázalékállatkák magja heréinek felel meg.

Ezen előzmények után a szakköröket nem lephette meg egészen váratlanúl BALBIANI-nak az ázalékállatkák ivaros szaporodását hirdető tana, melyet 1858-ban közölt először a párisi Akadémiával,[3] s az ázalékállatkák ivarszerveinek az oszlás alatti magatartását tárgyaló dolgozat közlése után[4] egy terjedelmesebb értekezésben fejtett ki,[5] mely elé emelkedett hangulattal írá OVIDIUS hangzatos szavait: »*Et nunc historia est, quod ratio ante fuit.*«

[1] Studien. 273.
[2] Studien. 290.
[3] Der Org. 77.
[4] V. ö. CLAP. et LACHM. Études. III. 258. — STEIN, Der Org. I. 52, 96.
[5] Monatsber. d. Akad. d. wiss. zu Berlin. (10 Juli, 1856) 390. V. ö. BALBIANI, Récherches 10.
[6] Ét. III. 258.

[1] Der Org. II. 41.
[2] Lehrb. der Histologie. 538.
[3] Sur l'existence d'une génération sexuelle ches les Infusoires. CR. Tome 46. (1858) 628. — Recherches sur les organs générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR. Tome 47. (1858) 383.
[4] Du role des organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. Tome III. Nr. IX. (1860) 71.
[5] Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extr. du Journ. de la Physiologie Nos de Janvier à Octobre (1861) 1—130.

BALBIANI vizsgálatainak eredményeit maga a következő tizenkét pontban foglalta össze [1]:

1. Az ázalékállatkák nem képeznek kivételt azon általános törvény alól, mely a szerves lényeg szaporodását igazgatja.

2. Ezen állatkák valóságos hímnősek, mindemellett mindig két egyén szükséges a termékenyítésre, mely alatt egyszerre és kölcsönösen mint hímek és nőstények szerepelnek.

3. Semmiféle közösülő szerveik nincsenek; közösülésnél egymásra alkalmazzák hasoldaluk szájelőtti tájját, azon tájat, melyen többeknél meg lehet különböztetni a külső ivarnyilást.

4. Közösülési folyamatnak az felel meg, a mit általánosan hosszirányú oszlásnak tartanak (kivételt e tekintetben egyedűl a Vorticellafélék képeznek).

5. A szaporodás szervei azon testek, melyek *nucleus* és *nucleolus* elnevezés alatt ismeretesek; az előbbi a női, az utóbbi a hím ivarszerv.

6. Ezen szervek mindegyike egyszerű sejt alakjában lép fel (hím és női elsődleges pete), mely megnagyobbodván, ismétlődő harántirányú oszlás útján más hasonló szerveket, vagy sejteket hoz létre, melyek *petékké* változnak, vagy pedig *ondószálacskákat* hoznak létre.

7. Az elsődleges ivarszervek, kifejlődésüket tekintve, teljes analogiát mutatnak.

8. A pete alapjában ugyanazon összetételű, mint más állatoknál; az ondószálacskák fonálalakúak, (legalább pamatjaikban) mozdulatlanok s azon szemecskék rovására fejlődnek, melyek a hím sejtállományát képezik.

9. Termékenyítés után a peték lerakatnak s a szabadban indulnak fejlődésnek.

10. Az ivarszervek számos ázalékállatkánál minden szaporodási időszak után közvetetlenül újra képződnek.

11. Azon különböző alakú testecskék (fonalak vagy pálczikák), melyeket némely szerzők az ázalékállatkák ondótestecskéinek véltek, nem egyebek az ivarszervekben képződött élősdi szervezeteknél (Vibriók, vagy Oscillariák).

12. A némely szerzőtől leírt acineta- vagy egyébalakú belső embriók, szintén nem egyebek élősdieknél, melyek az ázalékállatkákba vagy ezeknek tokjaiba hatolnak, hogy ezekben szaporodjanak.

Ezekhez hozzá kell még adnom, hogy BALBIANI szerint a kölcsönös termékenyítés oly módon történik, hogy a magocskának, azaz herének ondószálacskákat tartalmazó oszlási részletei, az úgynevezett *ondótokocskák (Capsules spermatiques)*,[1] az egybekelés alatt az ivarnyiláson át kölcsönösen kicseréltetnek, hogy ondószálacskáikkal a magban, azaz a petefészekben képződő petéket megtermékenyítsék. Ezt azonban csak felteszi BALBIANI, minthogy a megtermékenyítési folyamatot ép oly kevéssé sikerült megfigyelnie, mint az állítólagos peték lerakását és továbbfejlődését.

MÜLLER JÁNOS és tanítványai felfedezésének közzététele után STEIN is nagy buzgalommal fogott az ázalékállatkák ivaros szaporodásának tanulmányozásához, mely őt részben BALBIANI-éival egyező, részben azonban ezektől igen lényegesen eltérő eredményekre vezette. — Ezen búvárlati eredményeket STEIN monografiájának első és második részében,[2] különösen az utóbbiban igen részletesen fejtette ki, röviden pedig egy külön értekezésben [3] foglalta össze.

Az ondószálacskákhoz hasonló képződményekre STEIN is csakhamar ráakadt s a mag- és magocskában ő is női és hím ivarszervet vélt felismerhetni; mindemellett azonban monografiájának első részében még ragaszkodik azon felfogáshoz, hogy a hossztengelyük irányában egyesült ázalékállatkák oszlásban s nem egybekelésben vannak, miből azután az következnék, hogy az ázalékállatkák ivartermékei teljes fejlettségüket csak hosszirányú oszlásuk folyamában érik el. Ezen felfogásától azonban, mint már említve volt, csakhamar eltért s egész határozottsággal magáévá tette BALBIANI-ét.

STEIN búvárlatainak fő eredményei a következő pontokban foglalhatók össze:

1. Az ázalékállatkák legnagyobb része hímnős; női ivarszervüket a mag, a hímet a magocska képviseli.

2. Az ivarszervek teljes érettségüket az egybekelési folyamat alatt érik el; külön ivarvezetékekkel s ivarnyilással azonban nem állanak összefüggésben.

3. Egybekelés alatt *a magocska ondótokokra* oszlik szét, melyek azonban kölcsönösen nem cseréltetnek ki, hanem valószínűleg öntermékenyítés van.

4. Nem a mag oszlási részletei, hanem maga a *mag termékenyíttetik meg,* melybe az ondószálacskák

[1] Id. ért. 123.

[1] Recherches 115.
[2] Der Org. I. 96. — Der Org. II. 40.
[3] Ueber die Hauptergebnisse etc. 22.

belenyomulnak: azon fonál- és pálczikaalakú képletek tehát, melyeket Müller János és tanítványai fedeztek fel, nem élősdiek, hanem valóságos ondótestecskék, melyek termékenyítésre a magba hatoltak.

5. A megtermékenyített mag több részre darabolódik, melyek azonban nem lerakásra szánt peték, hanem egy részük *csíragömbökké*, ezek pedig *embriógömbökké* változnak, melyek oszlás útján, mint az ivaros szaporodás végtermékeit, *embriókat* hoznak létre: az acineta- és egyébalakú «embriók» tehát valóságos embriók s nem élősdiek. A magtöredékeknek csíragömbökké nem változó része a mag rekonstruálására szolgál.

6. Az *Oxytricha*- és *Euplotesfélék* termékenyítés után szétdarabolodó magjának részei ismét egy tömegbe olvadnak össze, az úgynevezett *placentába*, mely, miután több csíragömb vált ki belőle, ismét maggá változik.

7. A *Vorticellaféléknél* — melyeknek Stein szerint magocskájuk nincs, — az egybekelés alatt mindkét egyén magja több részre darabolódik, még pedig vagy külön-külön mindkét mag (a rügyszerű egybekelésnél), vagy pedig előbb egygyéolvad a két mag s csak ez után darabolódik szét (az oldali egybekelésnél). Az egygyéolvadásból eredő egyénnek magdarabjai vagy laza rakást képeznek (*Vorticella*-nem), vagy ismét egyetlen tömeggé, *placentává*, olvadnak össze (*telepeket képező Vorticellafélék* és *Trichodinák*). Az előbbi esetben több magrészlet csíragömbbé fejlődik, míg a többi a mag rekonstruálására szolgál; az utóbbiban a placenta több csíragömböt választ ki, azután pedig visszatér ismét a mag rendes alakjába. A csíragömbök minden esetben embriógömbökké fejlődnek, — a *Vorticella, Carchesium, Zoothamnion, Epistylis* és *Trichodina*-nemeknél legalább embriógömbök egész határozottsággal észleltettek.

De lássuk ezek után valamivel részletesebben az egybekelés alatt és után történő változásoknak a két búvártól észlelt egész menetét ugyanazon két igen közönséges ázalékállatkánál, a *Paramecium Aurelia*-, és *Carchesium polypinumnál*, könnyebb összehasonlíthatás kedvéért egymással szembe állítva. Megjegyzem, hogy Balbiani-nak a *Carchesium polypinumra* vonatkozó észleletei újabb keletűek,[1] míg a *Paramecium Aureliára* vonatkozók fő értekezésében foglalták.

[1] Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Tome 81. (1875) 676.

Balbiani (1861.)	Stein (1867.)
1. Paramecium Aurelia.	
a) Syzygia alatt.	
A magtól (*N.*) és magocskától (*n.*) kiinduló ivarjáratok, melyek a száj előtt fekvő s a közösülésben levő párokon egymással közlekedő közös nyilással végződnek, láthatókká lesznek.	Ivarjáratok s külön ivarnyilás nem különböztethetők meg s nincsenek is.
Az *n.* megnagyobbodik s elhalványodik; burka duzzadt hólyaggá tágul s csak egy ponton marad összefüggésben az *n.* szemecskés gömbjével, melynek egyik oldalából finom szálacskapamat nő ki, s a hólyag domborulatát követve, kiindulási pontjának közelébe tér ismét vissza. Erre a szálacskapamat szabad végén tovább növekedik s a hólyagszerű burkot vakbélszerűleg kitüremlíti és pörge irányban magával csavarja. — Később visszafelé csavarodik a tömlő; a szemecskegömb, melyből a finom szálacskapamat egy üstökös farkaként indul ki, elenyészik s a szálacskák a pamat két végén két külön pamatra bomlanak, melyek a tömlőt bunkósan felduzzasztják. Az egy ideig még C-alakulag görbült tömlő végre teljesen kiegyenesedik s a szálacskapamatokat tartalmazó duzzadt végei között egyre vékonyabbra és vékonyabbra, végűl egészen kettéfűződik; az ily módon fejlődött szálacskákat tartalmazó gömbök az első két ondótokocskának felelnek meg, melyek haránt irányban ismét kettéoszlanak. Csak kivételesen ismétlődik még egyszer az oszlás s így rendesen négy, csak ritkán képződik nyolcz ondótokocska; szintén csak kivételesen fejeződik be az ondótokocskák képződése az első kettéoszlással.	Az *n.* megnagyobbodik, burka gyorsabban növekedik, mint szemecskés állománya, mely a hólyaggá duzzadó buroknak közepén marad. A növekedni megszűnt *n.* állománynak szétszórt szemecskéi szabályosan és szorosan egymás mellé rendeződnek, párhuzamos hosszsorokat képezve, melyek csakhamar pálczikákká vagy szálacskákká változnak. A tokok a fejlődés ezen szakán még vagy egészen gömbölyüek, vagy csak kevéssé vannak megnyúlva. Erre a szálacskák önálló növekedésnek indulnak s vagy egyenesek maradnak, mely esetben egyenes, tojásdad vagy orsóalakú tokok fejlődnek; vagy pedig — s ez a gyakoribb eset, — már elejétől kezdve gyengén iveltek vagy 6-alakulag hajlottak, mely esetben növekedésük alatt a tok vesealakulag vagy pörgén csavarodik. Ismét más esetekben a szálacskapamat növekedése alatt szabálytalanúl kigyódzó, vagy postakürtszerű hajlást nyer, s ekkor a tok tojásdad marad ugyan, de felületén kiöblösödések fejlődnek. Leggyakrabban csak egyetlen ondótok fejlődik, ritkábban oszlik a megnyúlt s két végén bunkósan duzzadt tok két részre, mely folyamat ismétlődhetik, minek következtében a kész ondótokok száma négyre szaporodhatik.
Más syzygiáknál csupán	

Balbiani.

egyetlen ondótok fejlődik, még pedig a leírttól egészen különböző módon. Az *n.* burka szemecskés tartalmáról egész felületén leemelődik s tojásdad tömlővé változik, melynek közepe táját foglalja el az *n* szemecskés állománya s ebből két ellenkező irányban fínom szálacskák nőnek ki, melyek növekedésük közben a tömlőt orsóalakúvá változtatják. Végre elenyészik a szemecskés öv s a szabaddá vált alapjukon tovább növekedő szálacskák párhuzamosan egymás mellett fekszenek. Az ily módon fejlődött egyetlen, orsóalakú ondótok nem oszlik.

Az ondótok szálacskái, az ondószálacskák, szerfelett fínomak, egyenkint nem különböztethetők meg, egészen mozdulatlanok s nyalábakba rendezve töltik ki az ondótokot.

Az egybekelés vége felé, a harmadik, negyedik nap körül, az ondótokok elérték teljes érettségüket s az ivarnyilásokon át kölcsönösen kicseréltetnek.

Az *N.* egybekelés alatt csak annyiban változik, hogy felületébe szabálytalan hullámzatos lefutású vonalak mélyednek, melyek egyre szaporodván, az *N.*-nek némileg az emlős állatok tekervényekkel ellátott agyához hasonló külsőt kölcsönöznek.

Stein.

Az egyetlen, vagy 2—4 ondótok kölcsönösen nem cseréltetik ki.

b) Syzygia után.

Balbiani.

A hullámzatos barázdáktól tekervényes gomolylyá változtatott *N.* tekervényei lassankint egyetlen, összefüggő, különböző módon hurkolt s kigyózó lefutásu, hengeres zsineggé bomlanak szét. Erre a zsineg szemecskés tartalma burkán belül nagyszámú apró gömböcskékre oszlik, mi közben a hártyás burok az egyes darabok között egyre meghosszabbodik s végre oly fínommá változik, hogy úgy látszik, mintha a gömbölyüded magdarabok egészen szabadon szét volnának szórva a test állományában. Ezen magdarabok közűl négy, ritkán 8, vagy csupán kettő megnagyobbodik, belsejében csírahólyag és csírafolt válik ki. Nem egyebek ezek, mint peték, melyek az *N.*-nek petevezetékké változott burkában foglalnak helyet s a vezeték nyilásán át végre kiüríttetnek, míg az *N.* többi darabjai ismét egygyéolvadnak s új maggá szerveződnek.

Az egybekelés alatt kölcsönösen kicserélt ondótokok a női ivarvezeték környezetébe nyomulnak, hogy a peték kifejlődése után ezeket ondószálacskáikkal megtermékenyítsék. A termékenyítés folyamatát azonban nem sikerült közvetetlenűl megfigyelni. Termékenyítés után az ondótokok összezsugorodnak s elenyésznek.

A Müller János- és tanítványaitól a megnagyobbodott *N.*-ben észlelt pálczikaalakú képletek élősdi *Vibriók*: az acinetaalakú embriók pedig élősdi *Sphaerophryák*.

Stein.

Az egyetlen, ritkábban kétnégy ondótok közvetetlenűl a kissé megnyúlt *N.* elé, ritkán mögé húzódik; Stein legalább a kigyózó (tudniillik alakra nézve kigyózó) fonalakból összetett egy-négy gomolyt határozottan az ondótokokból kiszabadult ondószálacskáknak tekinti, melyek csakhamar behatolnak a megnagyobbodott magba, minden irányban szétszóródnak s azt megtermékenyítik. Ezek azon egyenes, vagy kigyózó pálczikákat tartalmazó megnagyobbodott magok, melyeket Müller János és tanítványai fedeztek fel.

Az *N.* termékenyítés után ismétlődő oszlás útján 2—7 egyenlő nagyságú, egészen egynemű gömbre daraboló-dik, melyek egymással semminemű összefüggésben nem állanak s csakhamar zsinegszerűleg megnyúlnak s ismétlődő oszlásuk útján igen nagyszámú apró részletre darabolódnak. — Az apró gömböcskék közűl állandóan nem négy, hanem gyakrabban több, egész 12, vagy még ennél is több válik ki s jelentékenyen megnagyobbodik. — Mindegyik gömb fínom egynemű burokkal van körülvéve s egyenletesen szemecskézett állományában egy középponti hólyagocskát tartalmaz, mely szintén fínom molekuláris állománynyal van kitöltve, csírafoltot azonban nem rejt belsejében. Ezen gömbök, melyek a Balbiani-tól petéknek tartott képletekkel kétségkívül azonosak, nem egyebek, mint csíragömbök, melyekből embriógömbök, s ezeknek oszlási sarjaiból végre acinetaalakú embriók fejlődnek.

A többi *N.* darab új *N.*-né egyesül.

2. *Carchesium polypinum.*

Rügyszerű egybekelés.

Balbiani. (1875.)

Mint a makrogonidiumnak, mint a mikrogonidiumnak patkóalakú *N.*-e mellett kis *n.*-e is van.

Egybekelés alatt mint a makro-, mint a mikrogoni-

Stein. (1867.)

Sem a makrogonidiumnak, sem a mikrogonidiumnak nincs *n.*-jök.

Egybekelés alatt mint a makro-, mint a mikrogoni-

Balbiani.	Stein.
dium *N.*-je gömbölyüded darabokra esik szét. A makrogonidium *n.*-je kezdetleges csökevényes állapotát («état rudimentaire initial») megtartja, míg a mikrogonidiumé megnagyobbodik s két részre oszlik, melyek mindegyikében szerfelett finom szálacskák, ondószálacskák fejlődnek. Ezek a makrogonidium magdarabjai közül 5—7-et megtermékenyítenek. A megtermékenyített peték lerakatnak, a többi magdarab pedig új maggá olvad össze. Az állítólagos embriók élősdi *Sphaerophryák*.	dium *N.*-je gömbölyüded darabokra esik szét, melyek placentává olvadnak össze. A placentában csíragömbök különűlnek el, melyek kinyomúlva embriógömbökké változnak; az embriógömbök végre oszlás útján tapogatók nélküli peritrich embriók alakjában rajzanak ki. A placenta hátramaradt része ismét maggá változik.

Ime, az előadottakból világosan kitünik, mily lényegesen különböző eredményekre jutott a két kitünő búvár, kik mindketten oly behatóan foglalkoztak az ázalékállatkák egybekelési folyamatának tanulmányozásával! Újabb teljesen elfogulatlan vizsgálatokra volt múlhatlanul szükség, hogy a két búvár alapvető vizsgálatainak ellentétet kiegyenlítsék s a bonyodalomnak csomóját megoldják.

Sem Engelmann-nak régibb vizsgálatai,[1] sem Kölliker-éi[2] nem voltak erre alkalmasak. Amaz egészben véve Stein felfogását támogatja: az egybekelési folyamat embriók fejlődésére vezet, mely egészen azon menetet követi, melyet Stein fejtett ki, azon pálczikaalakú testecskék pedig, melyeket Engelmann a *Parameciumokon* kívül még a *Chilodon Cucullulus* megnagyobbodott magjában, valamint a *Blepharisma lateritia* felduzzadt magocskájában észlelt, valódi ondótestecskék s nem élősdiek, minőknek Balbiani tartja. Kölliker ellenben az utóbbira nézve Balbiani felfogását tartja helyesnek; azon fontos kérdést azonban, vajjon a megtermékenyített magrészletek petéknek, vagy pedig embriókat létrehozó csíragömböknek felelnek-e meg, eldöntetlenül hagyja.

Az ázalékállatkák egybekelési folyamatának bonyolódott ügyét minden egyes vitás tételében s részletében véglegesen megoldottnak mai nap sem tekinthetjük ugyan: mindenesetre azonban igen közel hozták azt a végleges megoldáshoz azon nagyfontosságú búvárlati eredmények, melyeket újabb időben csaknem egyidejüleg Bütschli[1] és Engelmann[2] tett közzé, s melyek az egybekelési folyamat lefolyásáról és jelentőségéről egészen más képet tárnak elénk, mint Balbiani és Stein vizsgálatai, s melyek végre annak felismerésére vezettek, hogy az ázalékállatkák egybekelésénél ondószálacskák ép oly kevéssé képződnek, valamint nem képződnek peték, illetőleg csíra-, embriógömbök s embriók.

Ami először is az utolsókat, azaz az embriókat illeti, erre nézve már tüzetesen kifejtettem a jelenlegi álláspontot s legyen elég e helyen egyszerűen arra utalnom, mit az ázalékállatkák embrióiról fentebb már előadtam.

Hogy a Balbiani-tól petéknek tartott világos gömbök mily természetűek, erre alább fogok választ adhatni s itt csak annyit akarok megjegyezni, hogy a *Paramecium Aurelia* állítólagos petéinek lerakásáról Balbiani-n kívül csupán egy búvár, Schaaffhausen, tett említést:[3] «A világos folyadéktól környezett petegömbökkel duzzadásig telt ázalékállatocska egy óra alatt hátsó testrészének különböző pontján többször rakott le egy-egy petét. — A *Paramecium* lerakta gömbök órákig mozdulatlanúl hevertek, lassankint azután egy csillószőrszegélylyel ellátott kiszökellés képződött a gömbökön, mely csillószőrszegély segitségével az állatkák továúsztak.» — Alig szenvedhet kétséget, hogy Schaaffhausen élősdi *Sphaerophryákat* észlelt, melyek talán a fedőlemez nyomása alatt idő előtt hagyták el a *Parameciumot* s bizonyára jogosan jegyzi meg Bütschli, hogy Schaaffhausen ezen észlelete az ázalékállatkák petéinek létezését legkevésbbé sem bizonyította be.

Balbiani, mint látttuk, azt állította, hogy ondószálacskáknak két egészen különböző képletet tartanak s tévesztenek egymással össze: t. i. az ondótokokban foglalt szerfelett finom hegyesen végződő, merev szálacskákat, melyek egyenkint nem, hanem csupán pamatokba rendeződve különböztethetők meg, továbbá a Müller János-tól legelőször leírt, valamivel nagyobb s vaskosabb, egyenes vagy hullámzato-

[1] Zur Naturg. ZWZ. XI..

[2] Icones histiologicæ. I. Abth. (1864) 18.

[1] Studien etc. 1876.

[2] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. 1876.

[3] Ueber die Organisation der Infusorien. Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande und Westphalens. 3. Folge. 5. Jahrg. 1868. Correspondenzbl. 52—56. V. ö. Bütschli, Studien 307.

san hajlott pálczikákat, melyek különösen a *Parameciumoknál* igen gyakran észlelhetők a megnagyobbodott magban, ritkábban a magocskában. Amazok a valódi ondószálacskák, az utóbbiak ellenben a magképletekbe hatolt vibriószerű élősdiek.

Hogy BALBIANI megkülönböztetése, — bár ellene már CLAPARÈDE és LACHMANN,[1] később pedig STEIN[2] a leghatározottabban tiltakozott, — helyes, azt KÖLLIKER-nek, BÜTSCHLI-nek és ENGELMANN-nak újabb vizsgálatai támogatják. Nyomós érvként hozza fel ENGELMANN a BALBIANI megkülönböztetésének helyessége mellett azon észleletét, hogy a *Parameciumoknál* több oly egybekelési epidemiát észlelt, melynél a finoman sávolyzott ondótokok kifejlődtek ugyan, de a szóban forgó pálczikák egyetlen egyén magjában sem voltak felfedezhetők,[3] míg máskor a megdúzzadt magjukban pálczikákat tartalmazó egyének igen gyakoriak.

Ugyanily értelemben nyilatkozik BÜTSCHLI is. Igen számos ázalékállatkánál, melyet az egybekelés alatt és után vizsgáltam, — mondja BÜTSCHLI[4] — soha sem láttam sem az ázalékállatka másodlagos magjában (Nucleus, mag), sem plasmájában valami olyat, melyet az úgynevezett ondótokok szálacskaképződményeiből lehetne származtatni. Az egybekelt ázalékállatkáknál továbbá szintén semmi időben sem észleltem valamit azon szálacskák- és pálczikákból, melyek először 1856-ben MÜLLER JÁNOS-ban ébresztették állatkáink ivaros szaporodásának gondolatát. A pálczikákkal telt magokra azonban mégis ráakadtam a *Paramecium Aureliánál,* s BALBIANI-val én is meggyőződtem a pálczikáknak élősdi, növényi természetéről. Én a pálczikákkal sűrűn megtelt maggal bíró ázalékállatkákat erősen büzhödő igen romlott vízben találtam. Magok az állatkák is betegeseknek látszottak, minthogy endoplasmájokban már kézi nagyítóval látható nagy üröcskék képződtek, melyek a magot gyakran oldalra nyomták. — A finom, sötét pálczikákkal megrakott mag izolálva már igen gyenge nyomásra megpukkant, legnagyobb részben folyékony tartalmát környező vízbe ömlesztve. A pálczikák nagysága igen különböző, vannak igen rövidek mellett hatszor hosszabbak. A kisebbek egyneműek, halványok, fénytelenek, a nagyobbak egyik vége ellenben gyakran egészen sötét és fényes.* Ezen változás lassankint terjedni látszik, míg végre a pálczika sötétté és fényessé vált. Abban is igazat kell adnom BALBIANI-nak, hogy a pálczikák oszlás útján szaporodnak, mivel a képeknek egész sorozatát láttam, melyek ily szaporodási folyamatra vallanak, ezt pedig mind halvány, mind egészen fényes pálczikákon észleltem. Ezek között elszórva nagyszámú, igen finom, kigyószerűleg hajlott fonalakat is találtam, melyeknek netalán a pálczikákkal való összefüggésére nézve mitsem találtam. Az utóbbiak gyenge ingadozó mozgást mutattak, melynek természetét biztosan el nem dönthettem.

BÜTSCHLI felemlíti továbbá, hogy a *Paramecium Aurelia* magjában észlelt pálczikákhoz igen hasonló képződményeket talált egy szabadon élő Nematodnak, a Tylenchus pellucidusnak, nagyszámú egyéneiben, melyeknek testüre egészen tele volt tömve a szóban forgó pálczikákkal.

Mindezeket tekintetbe véve, bizonyára a legnagyobb valószínűség szól a mellett, hogy az ázalékállatkák megdúzzadt magjában észlelt pálczikák nem ondószálacskák, hanem schizomycetek.

Kétségkívül schizomycetek képezték azon finom kigyózva mozgó fonalakból álló gomolyt, melyet, mint fentebb említettem, CLAPARÈDE és LACHMAMN egy alkalommal a *Stentor polymorphus* testének egy külön nedvürében észlelt;[1] nem különben csakis schizomycetek lehettek azon egyik végükön hegyesen végződő pálczikaalakú ondószálacskák, melyeket MARGÓ a *Lacrymaria vermicularis, Loxodes plicatus, Paramecium caudatum* és *Vorticella nebulifera* magocskájában látott az egybekelés alatt fejlődni s melyeket az illető ázalékállatka összenyomása után 525-szörös nagyításnál élénk mozgásban még hosszabb ideig szemlélhetett.[2]

Ezek után tehát még csak a körül foroghat a kérdés, vajjon azon, végükön elhegyesedő, egyenes vagy sarlószerűleg görbült, finom szálacskák, melyek az egybekelt ázalékállatkák magocskarészleteinek, az úgynevezett ondótokoknak sávjait képezik, s melyek BALBIANI szerint az egyedüli és valódi ondószálacskák, csakugyan azok-e?

Kétségtelen, hogy az ázalékállatkák úgynevezett

[1] Études. III. 263.

[2] Der Org. II. 96.

[3] Ueber Entwickelung etc. 608.

[4] Studien 359.

* Ugyanilyeneknek rajzolja ENGELMANN a *Blepharisma lateritia* megduzzadt magocskájában észlelt pálczikákat (Zur Naturgesch. Taf. XXX. Fig. 12.)

[1] Études. III. 258.

[2] Ázalagtani adatok s a Pest-Buda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. A m. tud. Akad. math. term. tud. közl. III. köt. (1865) 79.

ondótokjai finom délkörös sávolyzatokkal alsóbb állatoknak, például különböző laposférgeknek (Platyhelminthes) testparenchymájába ágyazott ondószálacskapamataihoz feltünően hasonlítanak. Másfelől azonban már BALBIANI-nak, STEIN- és KÖLLIKER-nek vizsgálatai oly részletekkel ismertettek meg, melyek teljesen összeférhetetlenek azon felfogással, hogy a sávok ondószálacskáknak felelnek meg. Ezen búvárok ugyanis, első sorban BALBIANI,[1] kimutatták, hogy az ázalékállatkák magocskája minden oszlásnál finom, hosszirányú sávolyzatot nyer, mely teljesen megegyezik az úgynevezett ondótokok sávolyzatával. — Ismeretes továbbá, s ezt már fentebb kiemeltük, hogy számos ázalékállatka magján is észleltettek oszlás közben hosszirányú sávok. Vajjon hogyan egyeztethetők meg ezen észleletek, melyeknek helyességét BÜTSCHLI-nek újabbi s igen terjedelmes vizsgálatai megerősítették, azon felfogással, hogy az ondótokok sávjai valódi ondószálacskák? — BALBIANI igen jól érezte, hogy ezen észleletek teljesen alkalmasak arra, hogy az ázalékállatkák ondószálacskáiról szóló egész tant halomra döntsék s ezért azon minden alapot nélkülöző feltevéshez folyamodott, hogy az ázalékállatkák magján és magocskáján oszlás közben észlelhető hosszirányú sávok nem egyebek, mint a magképletek burkán képződő vastagodások, bordák, vagy redők;[2] egy más helyen pedig a *Didinium nasutum* hosszában sávolyzott magjáról azt állítja, hogy valamely kóros folyamat következtében valóságos hydropicus tömlővé változott, melynek burka hosszirányú redőkbe szedődött.[3] STEIN, ki az oszló magocskáknak sávolyzatában előbb ondószálacskákat vélt felismerhetni, később előbbi felfogását egészen elejtette, minthogy arról, hogy az ázalékállatkák magja minden oszlás alatt ondószálacskákat hoz létre, természetesen nem lehet szó.[4]

Ezekkel szemben egyelőre csak annyit akarok megjegyezni, hogy egyetlen elfogulatlan pillantás mindenkit meggyőzhet arról, hogy azon sávok között, melyeket BALBIANI-nak igen hű rajzai az oszlásban levő meg ondótokokká átváltozó magocskákról adnak, semminemű különbség sincs: azaz amazoknak «*redői*» s az utóbbiaknak «*ondószálacskái*» mindenben megegyeznek.

Ezen derekasan összebonyolitott ügyre egész más irányban tett, t. i. az oszlásban levő állati és növényi sejtek magjában véghez menő finomabb szerkezeti változások kifürkészésére irányított újabb, beható vizsgálatok lőnek hivatva világot deríteni.

Az állati és növényi sejtek magjának a sejt oszlását megelőző szaporodását ezelőtt még csak nehány évvel is többnyire igen egyszerű folyamatnak vélték, melynél a mag, miután magocskája megoszlott, egyszerűen feleződik. Csak a petesejtek barázdolódása képezne e tekintetben kivételt, a mennyiben az állati pete barázdolódását megelőzőleg, — mint ezt először REICHERT állította 1846-ban,[1] — a petesejt magja egészen elenyészik, azaz a sejt, mint HAECKEL mondja, visszaesik a cytodaállapotra, hogy ezt követőleg az oszlási felek két magja egészen újra képződjék. AUERBACH-nak az Ascaris nigrovenosa petéinek barázdolódási folyamata körül tett igen beható tanulmányai a petemagnak a barázdolódást megelőző elenyészését *(magoldódás, Karyolysis)* s ezt követő egészen újra képződését megerősíteni látszottak.[2] — Ez azon szaporodási mód, melyet AUERBACH *palingenesis* útján való szaporodásnak nevez.[3]

Az állati peték barázdalódási folyamatát pontosabban tanulmányozó újabb búvárok, kik közül legyen elég e helyen SCHNEIDER-t, BÜTSCHLI-t, HERTWIG OSZKÁR-t, FOL-t és SELENKÁ-t említenem, a petemagnak, vagy csírahólyagnak a barázdolódást megelőző elenyészését s palingenesis útján való újra képződését nem erősitették meg; ellenkezőleg azon eredményre jutottak, hogy a mag teljes eltünése, mintegy feloldódása (Karyolysis) s a két új magnak palingenesis útján való képződése csak látszólagos, tényleg folytonosan megvan a mag, s kellő kémszerek alkalmazásával határozottan kimutatható. Ezen vizsgálatok továbbá azt is kimutatták, hogy a mag látszólagos eltünése alatt alakjára s szerkezetére nézve sajátságosan megváltozik *(magátváltozás, Karyokinesis)* s hosszában sávolyzott orsóvá *(magorsó, Kernspindel)* vagy kettős kúppá alakul.

Miután már KOVALEVSZKY figyelmeztetett röviden azon finom sávokra, melyeket egy a Lumbriculus-

[1] Du role des Organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. III. Janvier. (1660) 81.

[2] Recherches. 28. 46.

[3] Sur le Didinium nasutum. Arch. de Zoolog. expérimentale. II. Nr. 3. Juillet. (1873) 389.

[4] Der Org. II. 47.

[1] Der Furchungsprocess und die sogenannte Zellbildung um Inhaltsportionen. AAP. (1846) 196. V. ö. BÜTSCHLI, Studien. 395.

[2] Organologische Studien II. Hft. Breslau. (1874) 187.

[3] Id. m. 261.

félék családjába tartozó Oligochaet, az Euaxes barázdolódó petéjének magjában látott fellépni,[1] SCHNEIDER ANTAL pedig pontosabban leirta egy rhabdocoel Turbellafélének, a Mesostomum Ehrenbergiinek s egy Trematódnak, a Distomum cygnoidesnek magjában a barázdolódási folyamat alatt fejlődő fonal-, illetőleg pálczikaalakú képződményeket:[2] BÜTSCHLI volt az, a ki igen terjedelmes észleletekre támaszkodva kimutatta, hogy a legkülönbözőbb állatok barázdolódási gömbjeinek s bizonyos szöveti sejtjeinek magja az oszlást megelőzőleg jellemzően sávolyzott magorsóvá változik.[3]

Azon nagyszámú dolgozatok közül, melyek BÜTSCHLI felfedezését újabb adatokkal s részletekkel támogatták és fejlesztették, fontosságra nézve legelső hely mindenesetre STRASBURGER munkáját illeti,[4] mely igen terjedelmes és beható búvárlatokra támaszkodva kimutatja, hogy az oszló sejtmagnak sávolyozott magorsóvá való átalakulása a növénysejtekre is jellemző. — Mindezen vizsgálatok alapján a magorsó képződésében oly tipikus jelenséget kell felismernünk, mely a sejtek oszlására egészen jellemző *(közvetett — indirekt — magoszlás)*, s melytől csak kivételt képeznek azon előbb tipikusoknak tartott esetek, melyekben a mag a sejt oszlását megelőzőleg orsóvá át nem változik, hanem egyszerűen feleződik *(közvetetlen — direkt — magoszlás)*.

Nem lehet czélom e helyen azon érdekes és fontos részletekre kiterjeszkedni, melyekkel a sejteknek, különösen a petesejtek- és barázdolódási gömböknek oszlására vonatkozó ismereteink újabb időben oly jelentékenyen bővültek, s csupán a tárgyunkkal szoros kapcsolatban álló magorsónak, képződésének s alaki viszonyainak rövid összefoglalására lehet és kell szorítkoznom.

A mag (csírahólyag) oszlásra készülve, először is oly halványnyá és határozatlan körvonalúvá válik, hogy kellő kémszerek alkalmazása nélkül meg nem különböztethető; azonban teljesen nem enyészik el, s e szerint magoldódás (Karyolysis) nem következik be. A mag ezen látszólagos eltünésének oka BÜTSCHLI szerint,[1] részint abban rejlik, hogy a magburok szerfelett elvékonyodik, — teljesen azonban valószínűleg az sem enyészik el, — minek következtében a mag körvonala elmosódik; részint abban, hogy a magban foglalt kisebb-nagyobb tömör részecskék az egész magban szabályosan oszlanak szét; részint végre abban, hogy a mag nedvének egy részét elveszítvén, világosságából is veszít s a környező plasmából többé nem válik ki.

Az elhalványodott mag majd nyúlánkabb, majd zömökebb orsó- vagy kettős kúpalakot vált, úgynevezett *magorsóvá (Kernspindel)* változik, s állománya finom sávokra, szálacskákra, úgynevezett *orsórostokra (Spindelfasern,* BÜTSCHLI), vagy *magszálacskákra (Kernfäden,* STRASBURGER) különül. Ezen szálacskák, melyeknek száma mintegy 12—24 között ingadozik, az orsó végén elvékonyodottak, egyenlítői táján ellenben gömbölyüded vagy pálczikaalakú testecskékké dúzzadtak, melyeket STRASBURGER együtt véve *maglapnak (Kernplatte)* nevez. A maglap elemei némely állati és növényi sejteknél összefüggő koronggá egyesülnek; ezen viszonyt találta BÜTSCHLI a csirke embrióbeli vértestecskéinek, STRASBURGER pedig az Allium narcissiflorum hímpor-anyasejt oszló magján.[2] Az ily módon megváltozott mag oszlása az orsó egyenlítője irányában egészen oly módon megy véghez, mint a *Paramecium Aurelia* magocskájánál, melyet alább BÜTSCHLI vizsgálatai után tárgyalni fogok.

Miután az oszlásban levő sejtmagok ezen sajátságos átváltozása ismeretessé lőn, nem lehetett többé kétség azon, hogy az ázalékállatkák oszló magocskájában, az úgynevezett ondótokokban fellépő, finom szálacskáknak nem lehet azon értékük, melyet nekik BALBIANI és STEIN tulajdonított. Ennek kimutatása BÜTSCHLI érdeme, ki erre már 1873-ban figyelmeztetett,[3] a következő évben pedig, a Cucullanus elegans barázdálódó petéjének magján tett tanulmányai alapján, határozottan kimondotta, hogy a magorsó finom szálacskái teljesen megegyeznek azokkal, melyek az ázalékállatkák egybekelése alatt az oszló magocská-

[1] Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. de l'Acad. de St. Petersbourg. Tome XVI. 1871. Nr. 12. V. ö. BÜTSCHLI, Studien. 398.

[2] Untersuchungen über Plathelminthen. Giessen. 1873. Sep. Abdr. aus dem 14. Jahresber. der oberrheinischen Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde. 49.

[3] Vorl. Mittheil. über Untersuchungen betreffend die ersten Entwickelungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. ZWZ. XXV. (1875) 201. — Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zelltheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426. — Studien etc. 1876.

[4] Ueber Zellenbildung und Zelltheilung Jena. 1875. II. Aufl. 1876.

[1] Studien 401.

[2] BÜTSCHLI, Studien 401.

[3] Einiges über Infusorien. AMA. IX. 1873.

ban képződnek,[1] mely állítását a peték barázdolódásáról, a sejtoszlásról s az ázalékállatkák egybekeléséről írt s terjedelmes vizsgálatokra támaszkodó nagyfontosságú dolgozatában[2] megdönthetetlen alapra fektette s fényesen igazolta. Bütschli vizsgálatai véglegesen megczáfolták s hamisnak bizonyították azon tant, mely az ázalékállatkák magocskáját herének, az egybekelés alatt több részre oszló magocska fínom szálacskáit pedig termékenyítésre szolgáló ondószálacskáknak tekinti: tényleg nem egyebek azok ideiglenesen elkülönülő s csakhamar ismét elenyésző finom szálacskáknál, minők oszló állati- és növényisejtek magjában, valamint, mint láttuk, az ázalékállatkák magocskájának minden oszlása alatt s igen számos véglény oszló és sarjadzó magjában képződnek, s melyekről, — bár élettani feladatuk eddigelé ismeretlen —, annyi mégis határozottan állítható, hogy ondószálacskáknak nem felelhetnek meg; mert azt csak nem lehet feltenünk, hogy e sejteknek, különösen az épen termékenyített petesejteknek magjában ondószálacskák képződjenek. Már pedig az okoskodásnak következetesen font lánczolata csakis ezen lehetetlennek látszó feltevésre vezethetne, minthogy az ázalékállatkák «ondótokjai» s az oszlásra készülő sejteknek magorsói egymással a legkisebb részletekig mindenben megegyeznek!

Ezek után tisztán állhat előttünk, hogy az ázalékállatkák egybekelési folyamatának egészen más eredményre kell vezetnie, mint Balbiani csábító elmélete tanítja, s mindenesetre a legnagyobb gyanúval kell viseltetnünk az egybekelés végtermékei, a képzelt ondószálacskáktól megtermékenyített peték iránt, melyeknek lerakását s továbbfejlődését közvetetlenül nem sikerült Balbiani-nak megfigyelni.

Két búvárnak, Bütschli-nek[3] és Engelmann-nak[4] csaknem egyidejüleg közölt újabb vizsgálatai csakugyan azon eredményre vezettek, hogy az ázalékállatkák sem egybekelésük alatt, sem után nem hoznak létre petéket.

Mielőtt az egybekelési folyamat lényegét a jelenlegi ismeretek alapján összefoglalnám, czélszerűnek tartom a két búvár vizsgálatainak főbb vonásaikban megegyező, bár egyes részleteikben eltérő eredményeit a már előbb például használt *Paramecium Aureliánál* s a Vorticellafélék közül a *Carchesium polypinumnál* és *Epistylis plicatilisnél* egymással szembeállítani.

Bütschli (1876.)	Engelmann (1876.)
1. Paramecium Aurelia.	
a) Syzygia alatt.	
Az *n.* eredetileg fínom burokkal körülzárt tojásdad test, melyet legnagyobb részében sötét, szemecskés, néha jól kivehetőleg hosszában sávolyzott állományt képez, s melyet egy kis, világos, szemecskétlen részlet tart a burokkal összefüggésben.	
Egybekelés alatt elkezd az *n.* növekedni, világos részlete megduzzad s benne igen fínom szálacskák különülnek el, s úgy tetszik, mintha a szemecskés és sávos sötét állomány a burokhoz rögzített fínom szálacskapamaton mintegy ott lógna. Erre a tetemesen megnagyobbodott *n.* mindkét vége elhegyesedik s a szintén meghosszabbodott szálacskapamat, mivel róla a burok csak egyoldalulag emelődik le, a burok egyik domborulata irányában hajlik s az egész *n.* többé-kevésbbé pörgén csavarodik (l. Balb.).	A *n.* jelentékeny megnagyobbodása, törési együtthatójának pedig kisebbedése mellett két, majd négy, néha nyolcz egyenlő részre («ondótokra») oszlik s e mellett állománya rostossá változik.
Az ily módon átváltozott *n.* közvetetlenül nem oszlik, hanem előbb ismét megkisebbedik s tojásdad alakot vált; állománya ekkor legnagyobb részben sötét rostokból áll, melyek fínom világos szálacskapamattal függenek a burokkal össze. Oszlás előtt a sötét rostok mögött is elkülönűl egy fínom szálacskapamat, úgy hogy ekkor az átváltozott *n.* tojásdad tokot képez, mely középső övében erősebb pálczikákhoz hasonló rostokból áll, melyek mindkét végükön fínom, világos szálacskákba mennek át, azaz: tel-	

[1] Entwickelungsvorgänge etc. ZWZ. XXV. (1875) 208.

[2] Studien etc.

[3] Studien etc.

[4] Ueber Entwickelung etc. MJ. I. 1876.

Bütschli.

jesen megegyezik jól kifejlett maglappal ellátott magorsóval. Erre az öv egyenlítői irányban feleződik s a maglap ketté oszlott elemei a tok két végére húzódnak, míg a középső övben fínom szálacskákkal maradnak összefüggésben. Ennek megtörténtével az oszlás külsőleg is láthatóvá válik, a tok megnyúlik, s míg fínom szálacskákat tartalmazó hoszszúra húzódott középső részlete elvékonyodik, addig a pálczikaszerű elemeket tartalmazó, vastagabb végei bunkósan megduzzadnak. A bunkós végeket összekötő fonál, egyre elvékonyodván, végre kettészakad s az ily módon fejlődött két tok ismét ugyanazon szerkezetet nyeri, mint a tok oszlása előtt, azaz: ismét sötét, rostos testnek látszik, mely a burok egyik pontjával fínom szálacskapamattal függ össze. Az oszlás az épen leírt módon még kétszer ismétlődvén, az egybekelés végéig nyolcz sávolyozott «ondótok» képződött, melyeknek sávjai azonban bizonyosan nem ondószálacskák.

Nem lehetetlen, hogy az egybekelt párok tokjaikat kölcsönösen kicserélik; az ennek kifürkészésére irányított vizsgálatok azonban biztos eredményre nem vezettek.

Külön ivarjáratok s ivarnyilás nincsenek.

Az egybekelt párok *N.*-én észlelt változásokat Balbiani egészen pontosan írta le s Bütschli észleletei a Balbiani-tól közölteket minden tekintetben csak megerősítik.

Engelmann.

Az *n.*-ek az első-második oszlás előtt, vagy után kicseréltetnek; sávjaik azonban nem felelnek meg ondószálacskáknak.

Külön ivarjáratok s ivarnyilás nincsenek.

Az *N.*-re nézve a Balbiani vizsgálatai egészen helyesek.

b) Syzygia után.

Bütschli.

Az *N.* egészen oly módon, mint Balbiani észlelte s pontosan leírta, össze-vissza hurkolt, hengeres zsineggé bomlik, és mint bizonyos Acinetafélék magja, sokszorosan elágazik; végre igen nagyszámú gömbölyüded részre darabolódik, melyek között az összefüggés teljesen megszakad. Ezen feldarabolódása alatt a mag állománya határozottan kivehető sávolyozott, rostos szerkezetet nyer, mely azonban csakhamar megváltozik s egyenletesen fínoman szemecskézett, sötét állománynyá változik, melyen eczetsavval való kezelésre egynemű belső testet s szemecskézett külső réteget lehet megkülönböztetni.

Az előbb még élesen sávolyozott 8 magocskatok már akkor, midőn a zsinegalaku mag feldarabolódásnak indúl, lényegesen megváltozik; elgömbölyödnek, sávolyozott tartalmuk pedig eczetsav hozzáadására egyenletesen, fínoman szemecskézett, meglehetős setét állománynyá változik. Igy maradnak a magnak teljes széteséséig, midőn az egybekelt párok ismételt szétválása után mintegy második napon négy közülök nagy, világos gömbbé növekedik, melyek nem egyebek, mint a Balbiani-tól petéknek, Stein-től csíragömböknek tartott képletek. Ezen világos gömbök fínom burokkal vannak körülzárva s egynemű állományukban egy még világosabb foltot, a Balbiani- és Kölliker-től csírahólyagnak tartott képletet, lehet megkülönböztetni, mely karmin és fukszintől nem festetik meg s valószínűleg nem egyéb vacuolumnál. Ezen négy világos test mellett gyakran rá lehet még akadni a többi négy tetemesen megkisebbedett magocskatokra is, melyek fínoman szemecskézett,

Engelmann.

Az *N.* a Balbiani-tól leírt módon apró gömbölyüded részekre darabolódik. Ezen feldarabolódás közben az *N.* állományának fénytörő képessége kisebbedik, s e szerint víztartalma valószínűleg öregbedik.

A szétesett *N.* részeiből, talán egyszerű növekedés, vagy több apró darab egygyéolvadása útján, gömbölyüded testek képződnek, melyek közül néhány, a szerzőknek úgynevezett petéi, vagy csíragömbjei, gyorsan növekednek. Ezen elemek száma ismétlődő egygyéolvadás útján egyre apad, míg az utolsók egygyéolvadása következtében végre ismét egyetlen *N.* jő létre. Ezen folyamat alatt, mely mindenesetre egy, vagy több napot vesz igénybe, a magállomány régi fizikai és chémiai minősége ismét helyre áll.

Bütschli. | Engelmann.

setét gömböket képeznek s a magdaraboktól csak nehezen különböztethetők meg. Sokkal gyakrabban lehet 3, vagy két töpörödött magocskatokot tartalmazó egyéneket találni, végre olyanokat is, melyekben ezen visszafejlődött tokok nyoma sem található. Igen valószínű, hogy ezen töpörödött tokokat az ázalékállatka testéből kiveti; legalább e mellett szól azon körülmény, hogy több ázalékállatkánál sikerült a töpörödött magocskatokok kivetését közvetetlenül megfigyelni.

Stein ellenében, ki a világos gömbök számát 4—12-re teszi, határozottan kiemeli Bütschli, hogy valamint Balbiani és Kölliker, úgy ő sem látott soha többet négynél.

Az egybekelés befejezte után a harmadik-negyedik napon a világos gömbök ketteje lényegesen megváltozik. Állományuk durván szemecskézetté, vagy még gyakrabban, igen feltünően sávolyozottá, alakjuk pedig hossztojásdaddá, vagy orsódaddá változik, azaz: egészen megegyeznek oszlásnak induló közönséges *n.*-ekkel. E közben a másik két világos gömbben, valamint a magtöredékekben is, setét szemecskézet lép fel, s a két világos test állománya mindinkább hasonlóbbá lesz az *N.*-ek állományához. — Az *n.*-ekhez egészen hasonló testeknek oszlása véghez menvén, az egybekelve volt Paramecium két maghoz hasonló világos testet, négy *n.*-t s több magtöredéket tartalmaz. Az ilyen egyénekből közönséges egyének oly módon jönnek létre, hogy ismételve oszlanak, mi végre egyetlen *N.*-nel s egyetlen n.-nel bíró utódok fellépésére vezet.

Bütschli. | Engelmann.

E szerint tehát az egybekelési folyamat, mely kezdetétől egész az egy magvú s egy magocskájú egyének fellépéseig mintegy 6—10 magot vesz igénybe, oda vezet, hogy a régi *N.* szétesik s egészen új magképletek fejlödnek, melyek közül az *n.* a régi *n.*-nek egyik oszlási részéből, míg az új *N.* valószínűleg nem kizárólag az egyik *n.* részletből képződött világos gömbből fejlődik, hanem valószínűleg ebből s a régi *N.* töredékeinek egy részétől, melyek ebbe beleolvadnak. Különben az sem lehetetlen, hogy a magtöredékek nem járulnak hozzá az új mag képződéséhez, hanem, mint más ázalékállatkáknál, kivettetnek, s e szerint azután az új *N.* egészen az egyik *n.* részletből képződő világos gömbből fejlődnék.

(Engelmann:) Az egybekelés, röviden összefoglalva, oda vezet, hogy a régi *N.* apró részekre darabolódik, hogy ezekből újra ismét felépítse magát.

Az új *n.* valószínűleg az új *N.*-ből lefűződés útján fejlődik.

A Stein-tól a megduzzadt *N.*-ben észlelt pálczikaalakú testek nem ondótestecskék, hanem élősdiek; élősdiek továbbá a Stein-tól leírt acinetaalakú embriók is.

(Engelmann:) Egészen egyetért Bütschlivel, illetőleg Balbiani-val.

2. *Carchesium polypinum* és *Epistylis plicatilis*.*

Rügyszerű egybekelés.

Bütschli. | Engelmann.

Carchesium polypinum. | Epistylis plicatilis.

Mind a makrogonidiumnak, mind az ebbe beleolvadó mikrogonidiumnak magja igen nagyszámú részekre darabolódik. Az egygyéolvadás befejeztével a magdarabok között két magorsó szerkezetével biró, hosszában sávolyozott, orsóalakú képlet különböztethető meg.

Először a mikrogonidium magja esik szét ismétlődő oszlás útján 12—18 apró, meglehetősen erősfénytörésü gömböcskére. Ezt követi a makrogonidium magjának néhány nagyobb darabra való oszlása, melyek tovább oszolva mintegy 30—35 gömböcskét hoznak létre, me-

* A két telepet képező Vorticellaféle rügyszerű egybekelési folyamata között lényeges különbség bizonyára nincs, s ennélfogva mit sem változtat a dolgon, ha a két búvárnak különböző nemhez tartozó, de közel rokon Vorticellaféléken tett észleleteit állítjuk egymással szembe.

Bütschli.

Carchesium polypinum.

Vajjon ezek a mikrogonidium kettéoszlott *n.*-éből fejlődtek-e ki, mint Balbiani állítja, ezt nem sikerült Bütschli-nek eldönteni.

Későbbi stadiumon a magtöredékek mellett változó számú, 7—15 világos gömb lép fel, melyek nagyságuk és világosságuknál fogva a kisebb, halvány, sötétes magtöredékek közül élesen kiválnak. — Ezen gömbök közepében egészen világos hólyagocskát s ebben ismét kis sötétebb testecskét, azaz: hólyagocskaalakú maghoz hasonló képletet lehet megkülönböztetni. Állományuk eczetsavval való kezelésre fínom hártyával burkolt sötét kéregrétegre s az épen említett hólyagocskaalakú maghoz hasonló képletet rejtő, szintén sötét bélállományra különül, mely utóbbi a kéregréteggel fínom, sugaras fonalakkal függ össze. Nem szenvedhet semmi kétséget, hogy ezen testek azonosak azokkal, melyeket Balbiani petéknek, Stein pedig a telepeket nem képező Vorticellaféléknél csíragömböknek tekintett. Fejlődésüket Bütschli-nek ugyan nem sikerült közvetetlenül megfigyelni, más ázalékállatkákon tett észleletei alapján azonban mégis határozottan felteszi, hogy nem fejlődhettek egyébből, mint az ismételve oszlott *n.*-ekből.

A világos gömböket tartalmazó Carchesiumok egymás után többször oszlanak, s minthogy az oszlási felek között a gömbök is megoszlanak, ezeknek száma egyre apad, míg végre oly egyének zárják be a sorozatot, melyek csupán egyetlen világos gömböt tartalmaznak. Ezen gömb előbb tetemesen megnagyobbodik, — s ezen stádiumon megfelel annak, a mit Stein placentának nevez, — hogy végre rendes patkóalaku maggá változzék.

Már azon stádiumon, midőn a leendő mag nagy világos gömböt («placentát») képez, meg lehet mellette különböztetni egy *n.*-t, mely talán nem egyéb, mint a nagy egyénnek Balbiani szerint változatlanúl megmaradó magocskája.

A magtöredékek, melyek az anyaegyén ismétlődő oszlása következtében több egyén között oszlanak meg, nem vesznek részt az új mag felépítésében, hanem valószínűleg kivettetnek.

Engelmann.

Epistylis plicatilis.

lyek a mikrogonidium testének beleolvadtával az előbbiekkel keverednek.

Ezen állapot ½—1½ napig csaknem változatlanúl marad; csak a magtöredékek szaporodnak s kisebbednek, nyilván oszlás következtében, állományuk pedig elhalványodott.

Erre megkezdődik a mag újraképződése. A magtöredékek közül mintegy 4—7 kiválik s gyorsan növekedik, valószínűleg a kis magtöredékek rovására, melyek amazokba beleolvadnak; erre vall legalább a kis magtöredékek számának folytonos apadása. Ezen nagy gömbök, — melyek nem egyebek, mint a Balbiani-tól petéknek, Stein-től csíragömböknek tartott képletek, — később szintén kevesbednek, a mennyiben egymás után 4, 3, 2 tojásdad, vagy vesealakú magszerű testbe olvadnak össze. Végre összeolvad az utolsó két vesealakú test is, s ezzel a patkóalakú új mag készen van.

Magocskák Engelmann szerint a Vorticellaféléknél nincsenek.

Ezen összeállításból világosan látható, hogy az újabb búvárlatok, bármennyire eltérők legyenek is az egyes részletekben, azon tényállást határozottan bebizonyították, hogy az ázalékállatkák egybekelése sem termékenyített peték, sem embriók képződésére nem vezet. — Az ázalékállatkák ivaros szaporodásának tana azon alakban tehát melyben egy irányban Balbiani, a másikban Stein fejtette ki, véglegesen megdöntöttnek tekintendő.

Mindezek után felmerül a kérdés, hogy mi tehát az ázalékállatkák egybekelési folyamatának lényege és jelentősége?

Erre a kérdésre az eddigi ismeretek alapján eléggé kielégítő felelet adható, melyet a következő fejezetben akarok kifejteni.

Az ázalékállatkák egybekelési folyamatának lényege és jelentősége.

A felvetett kérdésre mindkét búvárnak külön-külön vizsgálatokra alapított felelete egymással teljesen megegyezik:

«Az ázalékállatkák egybekelése nem vezet «peték», «embriógömbök», vagy bármely más csírák útján történő szaporodásra, hanem az egybekelt egyéneknek sajátságos fejlődési folyamatára, melyet újra szerve-

ződésnek (reorganisatiónak) lehet nevezni.» (ENGELMANN).[1]

«Az egybekelési folyamat jelentősége az egybekelt ázalékállatkák magifjodásában áll.» (BÜTSCHLI).[2]

Az újraszerveződés vagy megifjodás, mely legfeltünőbben a magképleteken észlelhető, valószínűleg egy esetben sem szorítkozik csupán a magképletekre, hanem kiterjed a test egyéb részeire is. A teljes újraszerveződésnek, valódi megifjodásnak, vagy az egész test *átgyúródásának (Umprägung)*, — mondja ENGELMANN,[3] — biztos példáit nyujtják az *Euplotes-* és *Oxytrichafélék*, melyeknél az egybekelés alatt (mint ezt fentebb láttuk) a régi egyén keretén belül egy új indul fejlődésnek. A régi egyén nyújtja az anyagot, melyből, s egyúttal azon területet, melyen az új egyén magát felépíti. Más fajoknál az eddigi vizsgálatok szerint csak részlegesnek látszik az újraszerveződés, nem valószínűtlen azonban, hogy további tanulmányok ezeknél is ki fogják mutatni a teljes újraképződést.

Hogy azon ázalékállatkák szervezete is teljesen megújul, melyeknél az ezen folyamattal járó változások nem oly feltünők, mint az Oxytricha- és Euplotesféléknél, e mellett szól ENGELMANN-nak azon észlelete, hogy a *Parameciumoknál* az egész csillószőrözet újraképződik,[4] továbbá BÜTSCHLI-nek azon már említett észlelete, hogy a *Bursaria truncatella* és *Colpidium Colpoda* szája egybekelés alatt egészen elenyészik, hogy az egybekelés után ismét ujraképződjék. Ezekhez adhatom még saját észleleteim után azt, hogy a *Parameciumoknak*, valamint a *Lionotus Fasciolának* pálczikaalakú testecskéit is újraképződni láttam.[5]

Magának a plasmatestnek újraszerveződését bizonyítja a tartalékanyagokból álló rögöcskék elenyészése, valamint a valószínűleg bomlási termékeknek megfelelő erősen fénytörő szemecskéknek számos ázalékállatkák egybekelt egyéneiben való felhalmozódása, mit BÜTSCHLI bizonyára jogosan hoz az egybekelés alatt jelentékenyen élénk anyagcserével, anyagelhasználással kapcsolatba.

Hogy a teljes újraszerveződés nem valamennyi ázalékállatkánál ismerhető fel oly könnyen, mint az Oxytricha- és Euplotesféléknél, ez felfogásom szerint részint abban leli magyarázatát, hogy a csillószőrrendszer, melynek újraképződése az Oxytricha- és Euplotesféléknél annyira szembeszökő, a többi ázalékállatkáknál nem mutatja azon magas elkülönülést, mint a nevezetteknél, s ennélfogva megújulása sem lehet annyira feltünő, mint az előbbieknél; másrészt pedig abban, hogy a több napot igénylő újraszerveződés egyes fázisai csak az egybekelés után a már ismét szétvált egyéneken következnek be; így pl. BÜTSCHLI a *Colpodium Colpodának* egybekelése alatt visszafejlődött száját csak a szétválás utáni hetedik napon látta újraképződni;[1] itt tehát a megifjodás egész folyamata, — feltéve, hogy az egybekelés maga 1—2 napon át tartott, — 8—9 napot vett igénybe s ennek következtében az újraszerveződés egyes fázisai is aránylag oly hosszú idő alatt oszlottak meg, hogy azokat lépésről-lépésre követni s a megifjodás teljes lefutásáról összefüggő képet szerezni a lehetetlenségek közé tartozik.

Az újraszerveződés legfeltünőbb jelenségei a magképleteken mutatkoznak.

Hogy mily módon megy véghez a magképletek újraszerveződése, ezt ismereteink jelenlegi állásán véglegesen megoldottnak nem tekinthetjük. A két legilletékesebb búvárnak, ENGELMANN-nak és BÜTSCHLI-nek, felfogása e tekintetben, mint a fentebbi példákból is látható, igen lényeges pontokban egymással ellentétben áll. — Míg ugyanis mindkét búvár megegyezik azon alaptételben, hogy a kisebb-nagyobb számú részekre oszlott magból sem peték sem csíragömbök nem képződnek, s hogy a sávolyozott magocskarészletek ondótokoknak nem felelnek meg, s hogy a régi magképletek helyett újak képződnek: addig a magképletek újraképződésének módjára nézeteik egymástól lényegesen eltérnek.

A két búvár felfogása a magképletek újraszerveződéséről röviden a következőkben foglalható össze

Engelmann.*	Bütschli.**
Az N. szétoszlik majd 2 *(Euplotes)*, majd 4 *(Oxytrichina)*, majd igen nagy-	Az N. némely esetekben *(Paramecium Bursaria, Chilodon Cucullulus, Colpidium*

* A vizsgált ázalékállatkák: *Paramecium Aurelia, P. Bursaria, P. ambiguum, Stylonychia Mytilus, St. pustu-*

** A vizsgált ázalékállatkák: *Paramecium Aurelia, P. putrinum, P. Bursaria, Cyrtostomum leucas, Colpidium*

[1] Id. ért. 628.
[2] Id. mű 420.
[3] Id. h.
[4] Id. ért. 629.
[5] Term. rajzi füz. II. (1878) 229.

[1] Studien. 313.

Engelmann.

számú részekre *(Parameciumok)*.

Az egy, vagy több *n.* szintén szétoszlik 2—4, ritkán *(Paramecium Aurelia)* 8, hosszában sávolyzott részre, melyek valószínűleg kölcsönösen kicseréltetnek, s habár sávjaik ondószálacskáknak nem is felelnek meg, mégis valószínűleg termékenyítő hatást gyakorolnak a magdarabokra, mire azután elenyésznek.

Ezek közűl, (vagy legalább ezeknek a helyén) vagy egy világos gömb válik ki, mely megnagyobbodva, a Stein-tól placentának nevezett képletnek felel meg *(Oxytrichina, Euplotes)* s később rendes maggá változik; vagy pedig több magdarab növekedik világos gömbbé, melyek végre egygyéolvadva, új maggá változnak *(Parameciumok)*.

Az új *n.*, vagy *n.*-ek az újraszerveződött *N.*-ből valószínűleg lefűződés útján képződnek.

Az *Oxytrichafélék* és *Euplotes* placentája mellett 3—7 erősen fénytörő gömb válik ki, melyek később ismét eltünnek s valószínűleg minden esetben az alfelnyiláson át kiüríttetnek; ez észleltetett legalább a *Stylonychia Histrionál*. Ezen erősen fénytörő gömbök a plasmában felhalmozódó apró rögöcskékkel azonos természetűeknek látszanak, egészen élettelen tömegek, melyek sem petéknek, sem csíragömböknek nem felelnek meg.

Bütschli.

Colpoda, Blepharisma lateritia) osztatlan marad; többnyire azonban kevés- vagy igen nagyszámú részekre darabolódik.

Az egy vagy több *n.* mindig megoszlik 2—8 részre, melyek oszlás közben az oszló magokra jellemző magorsó-szerkezetet veszik fel s némely esetekben talán kölcsönösen kicseréltetnek.

Az új *N.* képződésénél az *n.*-ek játszák a legfontosabb szerepet. A megoszlott régi *N.* gyakran egészen kilöketik *(Colpidium, Chilodon, Glaucoma, Blepharisma)*, vagy pedig *(Paramecium Bursaria)* összenő egy világos gömbbel, mely maga ismét két *n.*-részlet összeolvadásából keletkezett, s új maggá változik. — A több részre darabolódott *N.* töredékeinek egy része vagy egygyéforr a világos gömbökké változott *n.*-töredékek egyikével s evvel új maggá változik; vagy pedig mind kivettetnek a *N.*-töredékek, s ez esetben az új *N.* kizárólag a *n.*-töredékek egyikéből képződik; kizárólag egy *n.*-részletből fejlődik az új *N.* azon esetben is, ha az osztatlanúl maradt régi *N.* egészen kivettetik.

Az új *n.* mindig egyik n.-részletből fejlődik.

Mind az *N.*-nek, mind az *n.*-nek fel nem használt darabjai kivettetnek; ezek azonban sem petéknek, sem csíráknak nem felelnek meg, hanem élettelen tömegek.

Minthogy az új *N.* egészen, vagy részben az *n.*-ből képződik, ez az *elsődleges*, az előbbi a *másodlagos mag*.

Engelmann.

A *Vorticellaféléknél n.* nincsen. Ezek *N.*-ének újraszerveződése, alárendelt értékű részleteket kivéve, oly módon történik, mint ezt fentebb az *Epistylis plicatilisnél* előadtuk.

Bütschli.

A Vorticellaféléknek is van *n.*-ük. Ezeknél a magképletek újraszerveződése, alárendelt értékű részleteket nem tekintve, oly módon történik, mint a fentebb tárgyalt *Carchesium polypinumnál*.

Ezen vizsgálati eredményekből látható, hogy nem foroghat többé a körül a kérdés: vajjon peték, vagy csíragömbök s embriók képződnek-e s vajjon, melyek az igazi, a valódi ondószálacskák? Ezen kérdéseket véglegesen megoldottaknak kell tekintenünk; az egybekelés megindította újraszerveződési, mintegy újraszületési folyamat részletei ellenben, különösen pedig a magképletek újraszerveződésének tüzetes ismerete, — Engelmann, főleg pedig Bütschli nagyértékű vizsgálatai mellett is, — további beható tanulmányokra szorúl; csak ezek fognak végre azon álláspontra vezethetni, melyen jogosan lesznek elmondhatók a költőnek Balbiani-tól kissé elhamarkodva hangoztatott szavai: Et nunc historia est, quod ratio ante fuit!

Mindezek után három kérdés kíván még rövid megbeszélést:

1. Mi indítja meg az egybekelt ázalékállatkák szervezetének megifjodását?

2. Mily befolyása van az egybekelésnek az ázalékállatkák szaporodására?

3. Mily viszonyban van az ázalékállatkák egybekelése egyéb alsórangú szervezetekével s a petesejt termékenyítésével?

A mi az első kérdést illeti, felfogásom szerint, nem lehet kétség az iránt, hogy a megifjodási folyamatot a testállománynak azon részecskéi indítják meg, melyeket az egybekelés tartama alatt a két egyén kölcsönösen kicserél. A testállomány részecskéinek kicserélésére külön vezetékek ugyan, minőket Balbiani látni vélt, bizonyára nincsenek; de nincs is ezekre szükség, minthogy az egybekelt egyének azon testtáján, melylyel egymást megfekszik, összenőnek, mely összenövés, mint fentebb kiemeltük, a *Stylonychiáknál* alkalmilag, a *Vorticellafélék* egyenlő nagyságú egyéneinek egybekelésénél állandóan, a két egyén teljes egygyéolvadására, a rügy-

lata, St. Histrio, Pleurotricha lanceolata, Euplotes Charon, Vorticella microstoma, Epistylis plicatilis.

Colpoda, Glaucoma scintillans, Blepharisma lateritia, Chilodon Cucullulus, Condylostoma Vorticella, Bursaria truncatella, Stylonychia Mytilus, St. pustulata, Euplotes Charon, Vorticella Campanula, Carchesium polypinum.

szerű egybekelésnél pedig a mikrogonidiumnak a makrogonidiumba való teljes beleolvadására vezet. Az utóbbi esetekben, melyek az egybekelésnek mintegy superlativumát képviselik, a két egyén testállományának keverődése kézzelfogható, az előbbiben pedig a testállomány részecskéinek kicserélődése teljes jogosultsággal feltehető. Vajjon a magocska ismételt oszlása és átalakulása útján fejlődött úgynevezett «ondótokok» kicseréltetnek-e, mint Balbiani állította, Engelmann és Bütschli pedig valószínűnek tartja, ezt ez idő szerint még nyilt kérdésnek kell tartanunk. Ha állana az, mit Engelmann valószínűnek tart, hogy ezen magocskatokok kicseréltetnek, s hogy az új magképletek a régi mag darabjaiból képződnek, úgy a legnagyobb valószínűség szólana a mellett, hogy a mag újraszerveződését a másik egyénből származó magocskatoknak a szétesett magrészletekre gyakorolt behatása, tehát a magocskától végzett termékenyítés eredményezi.[1] Bütschli vizsgálatai azonban, mint a fentebbiekből kivehető, határozottan ezen felfogás ellen szólanak.

Mindezeket tekintetbe véve, ismereteink jelenlegi állásán csak annyit állíthatunk, hogy az egybekelés alatt a termékenyítés egy sajátságos neme foly le, mely a párok szervezeti megújulására, megifjodására vezet; azon elemeket azonban, melyek ezt mívelik, nem ismerjük.

A második kérdésre, azaz arra, hogy mily befolyása van az egybekelésnek az ázalékállatkák szaporodására, feleletünket ismereteink jelen állásán a következőkben foglalhatjuk össze.

Az ázalékállatkáknál csupán egy szaporodási mód, az oszlás ismeretes; mert a sarjadzás voltaképen nem egyéb, mint az oszlásnak egy neme. Az egybekelés szintén nem vezet másféle szaporodásra, mint oszlásra. Minthogy pedig valamennyi búvár egyetért abban, hogy az egybekelés következtében megifjodott ázalékállatkák mintegy újult erélylyel indulnak oszlásnak: nem lehet kétség az iránt, hogy az egybekelés annyiban van befolyással, még pedig igen lényeges befolyással, a szaporodásra, a mennyiben a lankadó szaporodási erélyt a megifjodás által ismét feléleszti.

Már Claparède és Lachmann is kiemelte,[2] s minden újabb búvár megerősítette, hogy az ázalékállatkák egybekelése epidemiaszerűleg lép fel, azaz egyidejüleg mindig nagyszámú egyének kelnek egybe.

[1] Engelmann, id. ért. 630.

[2] Études. III. 230.

Minthogy, mint épen említettük, az egybekelés a megifjodott ázalékállatkák szaporodási erélyének ébresztésére vezet, azon újabbi kérdés merül fel, hogy mi okozza egyidejüleg a nagyszámú ázalékállatkák szaporodási erélyének epidemiaszerű kimerülését?

Balbiani szerint[1] az egybekelés az egyazon fejlődési cycloshoz tartozó ázalékállatkák több nemzedéken át oszlással szaporodott összes egyéneinek életében a cyclust berekesztő s egy újat megindító epochát képez. Szerinte az ázalékállatkák életében az ivartalan úton szaporodó nemzedékeket egész szabályszerűséggel váltaná fel az egybekelő ivaros nemzedék, melynek többnyire kicsiny egyénei nem fiataloknak, hanem ellenkezőleg a legvénebbeknek felelnek meg.

Stein ezzel szemben azt állítja, hogy az, a mi az ázalékállatkákat egybekelésre indítja, egészen ismeretlen; bizonyos ellenben, hogy az ivaros szaporodás a legkülönbözőbb fejlődési fokon álló ázalékállatkáknál felléphet, s hogy egyidejüleg ugyanazon lelőhelynek mindig nagyszámú egyénein észlelhető. Az ivaros szaporodás — mondja továbbá — a legtöbb ázalékállatkánál nem képezi úgy, mint valamennyi magasabb állatnál, a fejlődés végczélját, hanem fejlődésüknek legkülönbözőbb szakára eshetik s szakíthatja azt meg.[2]

Everts a *Vorticella nebulifera* rügyszerű egybekelésének tanulmányozása alkalmával azon eredményre jutott, hogy az egybekelést az elpárolgás előidézte vízhiány okozza.[3]

Bütschli ezen állítás helyességét nem volt képes megerősíteni, s egyéb külső agensekkel, nevezetesen különböző fokú világítással tett kísérletei sem vezették biztos eredményre.[4] Másfelől ellenben egyes vizsgálatai, nevezetesen azok, melyeket a *Paramecium putrinumon* tett, a Balbiani felfogásának helyességét látszottak megerősíteni. Néhány egybekelt pár — mondja Bütschli,[5] — november 9-én elkülöníttetett. A következő napon elváltak egymástól s elkezdtek gyorsan növekedni, úgy, hogy már nov. 11-én számos példány elérte növekedésének maximumát. Néhány nap mulva a szó szoros értelmében nyüzsgött a víz a

[1] Observations et expériences sur les phénomènes sexuelles des Infusoires. CR. Tome 50. (1860) 1191—95.

[2] Der Org. II. 48—49.

[3] Untersuchungen an Vorticella nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873) 610.

[4] Studien. 269.

[5] Id. mű, 270.

nagyszámú Parameciumtól. Nov. 14-én tömegesen indultak egybekelésnek. Ezek közűl 4 pár ismét elkülönittetett, s ezeknek utódai nov. 24-én ismét egybekelésnek indultak. A syzygiák egyénei mindkét esetben kicsinytermetűek voltak.

Ezen észleletek tényleg az egybekelés szabályos időszakossága, tehát a BALBIANI felfogása mellett szólanak. Az egybekelési epidemiáknak belső okokból való létrejötte azonban, mint BÜTSCHLI megjegyzi, csak akkor érthető, ha tekintetbe veszszük, hogy valamely önteléknek lakói a legtöbb esetben aránylag kevés ősnek oszlási sorozatát képviselik, hogy tehát minden gazdag népességű öntelékben nagyszámú egyénnek kell lenni, melyek ugyanazon geneologiai fokon állanak, s melyekben tehát az ősöktől örökölt belső sajátságuknak is egyidejüleg kell érvényesülni.

Részemről legkevésbé sem kételkedem abban, hogy szaporodási erély kimerülése, mely az ázalékállatkákat egybekelésre készteti, első sorban belső okokra vezetendő vissza; másrészt azonban nem merném kétségbevonni azt sem, hogy ismeretlen külső okok a szaporodási erély kimerülését siettethetik s ennélfogva az egybekelési epidemiának kifejlődését elősegítik.

Indítsák meg bár az egybekelési epidemiát kizárólag belső okok, vagy ezek külsőkkel szövetkezve s együttesen hatva: annyi bizonyos, hogy az ázalékállatkák csak bizonyos ismeretlen számú nemzedékeken át képesek oszlás útján szaporodni; erre bekövetkezik a többnyire eltörpült, e szerint növekedési és táplálkozási erélyükben is hanyatlott utódok oszlási erélyének kimerülése, mely az egybekelési folyamat alatt véghez menő megifjodásra újra feléled. A mit a régi görög bölcselőknek palingenesisről szóló tana a megvénült világ megifjodásáról mond, tényleg bekövetkezik az ázalékállatkáknál; valamint ama hipotézis szerint a rombadőlt világ chaoszából megifjult s tökéletesebb világ épűl fel: úgy épűl fel az ázalékállatkák egybekelés alatt rombadőlő szervezetéből új, ifjú, erőteljes szervezet, mely ismét nemzedékek egész sorát képes oszlás útján létrehozni; az ázalékállatkák, mint a mesebeli Phoenix, megvénülvén, újjászülik magokat.

A harmadik kérdésnek (mily viszonyban van az ázalékállatkák egybekelése egyéb alsórangú szervezetekével s a petesejt termékenyítésével?) első részét vizsgálva, ismereteink jelenlegi állásán, csakis az alsóbb moszatokat (ideértvén a zöld Flagellátokat is) s gombákat vehetjük szemügyre, mely előbbiek között a Zoosporeáknál, a Conjugátáknál, s a mire BÜTSCHLI méltán különösen figyelmeztet,[1] a Diatomeáknál találunk analogiákat. Az állati véglények egyéb csoportjainak egybekelése részben sokkal tökéletlenebbül ismeretes, hogy sem itt tekintetbe jöhetne, részben pedig, nevezetesen a Gregarináknál, egészen más eredményre vezet s e miatt nem vehető tekintetbe.

Egy pillantást vetve az alsóbb moszatok és gombák egybekelésére, mindenekelőtt megegyezést találunk az ázalékállatkákéval abban, hogy az egybekelés az előbbieknél is a szaporodási erély fokozódását eredményezi, s hogy az előbbieknél is oszlás útján szaporodó nemzedékek cyclusát zárja be s egy új cyclust indít meg. Míg azonban a moszatoknál és gombáknál a két szaporodási cyclust nyilván minden esetben a zygosporák nyugalmi szaka szakítja meg: addig az ázalékállatkák az újra meginduló szaporodást megelőző pihenésre nem szorúlnak. Ez egyike a moszatok, gombák és az ázalékállatkák egybekelése között levő fő különbségeknek.

Hogy a moszatok és gombák egybekelése rendesen egygyéolvadással végződik, lényeges különbségnek nem tekinthető; mert hiszen az Acineta-, meg Vorticellaféléknek s gyakran a Stylonychiáknak s talán még más ázalékállatkáknak egybekelése is teljes egygyéolvadással végződik, s mint SCHMITZ-nek a Spirogyrán tett vizsgálatai[2] bizonyítják, a két sejt magja a moszatoknál is ép úgy egygyéolvad, mint az egygyéolvadó ázalékállatkáknál; e szerint tehát a moszatok és ázalékállatkák egygyéolvadása még egy fontos részletében is teljesen megegyezik. Másrészt pedig tekintetbe veendő, hogy SPITZER vizsgálatai szerint[3] bizonyos Diatomeáknál, nevezetesen a Naviculaceáknál és Gomphonemcáknál az egybekelt párok plasmateste nem olvad egygyé, hanem mindegyik külön-külön auxosporává fejlődik; itt tehát ugyanazon viszonyt találjuk, mint az ázalékállatkáknál.

A Vorticellafélék rügyszerű egybekelésére, — ha az apró hímsejtek, vagy spermatozoidok végezte termékenyítést (például *Volvox)* egészen figyelmen kívül hagyjuk is, — szintén találunk a moszatoknál, nevezetesen a Conjugatáknál analog folyamatot. Már a Spiro-

[1] Studien. 423,

[2] Bonner Sitzungsber. 4. Aug. 1879. 23. V. ö. BERTHOLD, Befruchtungsvorgänge bei den Algen. Biolog. Centralbl. I. 1881. Nr. 12. 357.

[3] HANSTEIN's Abh. Bd. I. 2. p. 70. V. ö. BERTHOLD, id. ért. 358.

gyránál mintegy jelezve van a két egyenlő nagyságú sejt közötti működési különbség: az egyik helyt marad, míg a másik hozzá húzódik s amabba beleolvad. A Sirogoniumnál az egygyéolvadó sejtek közötti működési különbség még fokozódik s már a két sejt nagyságára és befolyással van; DE BARY szerint[1] ugyanis ezen moszat két-két egyenlő sejtje térdalakúlag meghajolva, egymással érintkezésbe lép; erre mindkét sejt tartalma megoszlik, az egyikből egy, a másikból két meddő sejt fűződik le; csak ezen oszlás után szívódik fel a sejthártya s egy kisebb sejt húzódik át a nagyobbhoz, hogy ebbe beleolvadjon. Itt is tehát egy nagyobb sejt egy kisebb sejtet (makrogonidium mikrogonidiumot) vesz fel magába épen úgy, mint a Vorticellafélék rügyszerű egybekelésénél.

Az ázalékállatkák egybekelése, mint láttuk nagyon feltünő szervezeti megifjodásra, újraszerveződésre vezet, kérdés, vajjon ily megifjodás követi-e a moszatok egybekelését is? Erre, felfogásom szerint, határozottan igennel lehet felelni. Az újraszerveződést már az is múlhatatlanul feltételezi, hogy két sejtből egyetlen sejt képződik, mely a két sejt szervezetének tönkremenése s egy új sejtnek a kettő romjaiból való újraépülése nélkül bizonyára nem is képzelhető. Másrészt továbbá a zygospóra levélzöldjének szinváltozását, a pihenési időszak után pedig a chlorophyll ismételt megzöldülését, melylyel a spórában lerakodott tartalékanyagok feloldódása együtt jár, az újraszerveződésnek félreismerhetetlen bizonyitéka gyanánt lehet és kell tekintenünk.

A moszatok zygospóráinak újraszerveződésénél azonban egy elem nem szerepel, s ez a magocska, melyet — feltéve, hogy evvel homolog képlet az egybekelő moszatsejteknél nem fordul elő — a (szájjal biró) csillószőrös ázalékállatkák legspeciálisabb szervének kell tekintenünk.

A kérdés második részére (mily viszonyban van az ázalékállatkák egybekelése az állati petesejt termékenyítésével?) áttérve, mindenekelőtt konstatálhatjuk, hogy a petesejt termékenyítési folyamata, mely mint az egysejtű lények túlnyomó s az ázalékállatkáknak legalább egy részénél, lényegében szintén két sejtnek, egy aránylag óriási s egy törpe sejtnek egygyéolvadására s az egymagukban szaporodásra képtelen sejtek egygyéolvadása által létrejött új sejtnek oszlás útján való gyors szaporodására vezet. Hogy a termékenyített petesejt ismétlődő oszlása által keletkező sejtnemzedékek később alakjukban, szerkezetükben bizonyos törvények szerint átváltoznak s egy polymorph sejtállamban egyesülve maradnak, míg az egysejtű véglények egyenlően szervezett oszlási sarjai egyenkint, külön élnek, vagy legfeljebb igen egyszerű telepekben maradnak együtt, melyeknek egyénei összefüggésük mellett is megtartják teljes önállóságukat, külön egyéniségüket, nem akadályozhat abban, hogy a petesejt termékenyítését s a véglények egybekelését lényegében azonos folyamatnak tekintsük.

Hogy a véglények egygyéolvadása s a petesejt termékenyítése egy és ugyanazon élettani folyamatnak csak különböző módosulatait képviselik, erre meggyőző példák a *Volvoxfélék,* melyek között a *Pandorina Morumnál* két egyenlő nagyságú rajzó sejt, míg a *Volvox*-nemnél egy óriási mozdulatlan sejt, egy törpe rajzó sejttel kel egybe: amannak egybekelését valóságos egybekelésnek, az utóbbiét valóságos termékenyítésnek kell tartanunk.

Az ázalékállatkák azon leggyakoribb egybekelési módja, mely az egybekelt páraknak egy testbe való olvadására nem, hanem csupán a testállomány bizonyos részeinek kölcsönös kicserélése vezet, szintén nem tekinthető oknak arra, hogy az egybekelés ezen módját a teljes egygyéolvadástól s ennek kapcsán a termékenyítéstől lényegesen különböző élettani folyamatnak tekintsük; mert hiszen a csillószőrös ázalékállatkák egybekelése is számosoknál, nevezetesen az Acineta- és Vorticellaféléknél, teljes egygyéolvadással végződik, sőt a Stylonychiák egybekelése, mint láttuk, majd teljes egygyéolvadással, majd ismét az egybekelés alatt megifjodott párok későbbi szétválásával végződik. Én azt hiszem, hogy az egybekelésnek ezen módja, mely egészen a közösülés bélyegét viseli magán, s melyet, mint említve volt, bizonyos Diatomeáknál is észleltek, a létért való küzdelemben másodlagosan fejlődött az egygyéolvadásból. A tulajdonképi czél elérésére, a kimerült szaporodási erély ébresztésére s a faj szaporodásának fokozására az egygyéolvadásnál bizonyára rövidebb s gazdaságosabb út kinálkozik azon módosulásban, melynél csupán a megifjodásra szükséges bizonyos testalkatrészek cseréltetnek ki s egyszerre két fokozott szaporodásra alkalmas egyén képződik; az ázalékállatkák egy részénél ezen módosulás jött létre s mint előnyös, épen úgy állandósúlt, valamint állandósult más véglényeknél s az összes állatoknál a különböző

[1] Conjugation. Leipzig. 1858. V. ö. BERTHOLD, id. ért. 356.

nagyságú sejteknek egybeolvadása, azaz: a nagy női sejtnek a törpe hímsejt utján való termékenyítése, mely bizonyára szintén másodlagosan fejlődött ki az ivaros szaporodásnak legegyszerűbb s eredeti alakjából, az egyenlő nagyságú sejtek egygyéolvadásából.

Az ázalékállatkák egybekelése alatt és után véghez menő újraszerveződésnek megfelelő folyamat a petesejt belsejében szintén véghez megy. AUERBACH-nak, BÜTSCHLI-nek, HERTWIG OSZKÁR-nak, SELENKÁ-nak, FOL-nak s több más búvárnak a petesejt termékenyítésre s barázdolódásra való készülődése körűl tett fontos tanulmányai mind azon eredményre vezettek, hogy a petesejt a termékenyítés előtt, alatt és után valóságos újraszerveződési folyamatnak színhelye, mely folyamat igen élénken emlékeztet az ázalékállatkák egybekelése alatt s után véghezmenő újraszerveződésre, megifjodásra. — A régi mag szerkezetében megváltozik, s miután magorsóvá alakult, egy részét — mint az ázalékállatkák magképleteiknek fel nem használt darabjait, vagy az egész régi magot, — egy-két *iránytestecske* alakjában kilöki, hogy erre egynemű gömbbé, úgynevezett *női pronucleus-szá* változzék. E közben, valamint a termékenyítés alatt is, a széktestecskék előbbi elrendeződése ismételve megváltozik, mit az úgynevezett *Karyolyticus képeknek, nap- vagy csillagképeknek* feltűnése s ismételenyészése kétségbevonhatatlanúl bizonyít. Az újraszerveződés itt is avval ér véget, hogy oszlásra kész sejt magja megújul, még pedig oly módon, hogy a petébe hatolt termékenyítő sejtből képződő úgynevezett *hím pronucleus* a női pronucleusszal úgynevezett *barázdálódási maggá* olvad össze.

A termékenyítés ismeretének mai álláspontján valószinűnek látszik, hogy a megifjodott ázalékállatkák magja, úgy mint a barázdolódási mag, két mag, vagy magrészlét egygyéolvadása útján jő létre. Ha tekintetbe veszszük, hogy BALBIANI és ENGELMANN szerint az egybekelt ázalékállatkák megoszlott magocskájából fejlődött tokok, az úgynevezett «ondótokok», az egybekelés alatt kölcsönösen kicseréltetnek, mit a Parameciumokra nézve BÜTSCHLI is valószínűnek tart; ha tekintetbe veszszük továbbá, hogy ENGELMANN szerint, a magocskatokok termékenyítőleg hatnak a szétesett mag darabjaira, minek következtében ezekből új mag képződik, s hogy BÜTSCHLI szerint a *Paramecium Bursariának* új magja egy magocskatoknak a régi maggal való egygyéolvadása útján képződik: nem tarthatjuk egészen valószínűtlennek HERTWIG OSZKÁR-nak azon felfogását, hogy az ázalékállatkák magja egybekelés alatt a női, magocskája pedig, illetőleg a másik egybekelő párból átvándorlott magocskatok, a hím pronucleus szerepét játsza.[1] Vajjon ezen felfogás helyes-e, vagy elvetendő, erre, mint a véglények alak- s élettanának oly sok más kérdéses pontjára, további vizsgálatok vannak hivatva határozott feleletet adni. Beláthatatlanul nagy még az ismeretlen mező, határtalannak látszik a búvárkodás területe; sokaknak van és lesz még alkalmuk babért tűzni halántékukra!

[1] Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies I. (1875) 386. megj. a.



STUDIEN ÜBER PROTISTEN.

I.

ENTWICKLUNG DER KENNTNISS DER PROTISTEN.

EIN HISTORISCH-KRITISCHER ÜBERBLICK.



ERSTE PERIODE.

Die Zeit von Leeuwenhoek und Otto Friedrich Müller.

«Eines der Grössten von den Hindernissen, die sich dem Fortschritt der Naturwissenschaften entgegenstellen, ist darin zu suchen, dass die Alten, ausschliesslich mit der Ausbildung der Vernunft beschäftigt, die Erlangung von Kenntnissen durch die Sinnesorgane vernachlässigten und vorzogen, das Wesen der Dinge eher zu errathen, als es zu sehen. Da nun aber die Seele nichts kennt, was ihr nicht durch die Organe des Körpers vermittelt wird: so erfordert die Erreichung einer vollen Naturerkenntniss eben so die Mitwirkung der Sinnesorgane als des Verstandes..... Um diesem Mangel abzuhelfen, sind die heutigen Gelehrten bemüht, die Function der Sinnesorgane, besonders des Gesichtes — des edelsten, zugleich aber auch des nothwendigsten von Allen — zu verbessern und haben zu diesem Behufe zwei Arten optischer Instrumente erfunden: das Teleskop, durch welches die wegen ihrer Entfernung unsichtbaren Gegenstände angenähert werden, und das Mikroskop zur Vergrösserung der wegen ihrer Kleinheit nicht wahrnehmbaren Objecte; mit Hilfe dieser beiden Instrumente wurden binnen wenigen Jahren mehr Entdeckungen gemacht, als den Alten, trotz ihrer vielen Klügelei, selbst in Jahrhunderten gelungen waren. Diese Instrumente liessen uns die ganze Natur in einem neuen Licht erscheinen: das Teleskop lehrte uns am Himmel neue Bewegungen, neue Sterne und neue Meteore zu erblicken; das Mikroskop gestattete uns auf der Erde eine ganz neue kleine Welt und überall das Vorhandensein unendlicher Mengen von winzigen Geschöpfen wahrzunehmen, welche allen bisher Bekannten an Merkwürdigkeit nicht nachstehen».[1] Mit diesen Worten schritten im Jahre 1666 die Redacteure des «*Journal des Scavans*» an die Mittheilung jener heut zu Tage unbedeutend erscheinenden Forschungen, welche Robert Hooke mit jenem Instrumente anstellte, das berufen war die biologischen Wissenschaften zu reformiren.

Wie sieben griechische Städte darüber stritten, welche von ihnen die Wiege des unsterblichen Homer geschaukelt: so beanspruchen zwei Nationen, Italiener und Holländer den Ruhm, den Entdecker des zusammengesetzten Vergrösserungsglases (des Mikroskopes) geboren zu haben; die Italiener schreiben Fontana und Galileo Galilei, die Holländer Drebbel sowie Johannes Janssen und seinem Sohne Zacharias die Entdeckung des Mikroskopes zu.

Diese Controverse kann heute, nach den Forschungen von Harting, für entschieden angesehen werden; hiernach waren es zwei Brillenschleifer zu Middelburg, Johannes Janssen und sein Sohn Zacharias, die um das Jahr 1590 Linsen zu einem zusammengesetzten Vergrösserungsglase combinirten und das erste Mikroskop construirten.[1]

Selbstverständlich waren die ersten Mikroskope noch sehr unvollkommen; denn gaben sie auch ein grösseres Bild, als die unter dem Spottnamen «*vitrum pulicarium*» bekannte und schon dazumal gebräuchliche Lupe, so war es doch gewiss nicht schärfer. Erst als man das Mikroskop mit zweckmässigen, bequem und leicht zu handhabenden Stativen, und seit 1715 mit Spiegeln versah, welche die Beleuchtung des Objectes von unten mit durchfallendem Licht ermöglichten; insbesondere aber nachdem es nach zahlreichen zu keinem ganz befriedigen-

[1] Joblot, 1—2.

[1] P. Harting, Das Mikroskop. III. Bd. Geschichte. Deutsche Originalausgabe. Braunschweig. 1866.

den Resultat führenden Versuchen im Jahre 1824 Selligue, respective Chevalier gelungen war, die Euler'sche Theorie zu realisiren und hierdurch die sphärische und chromatische Aberration zu beseitigen, richtiger auf das möglichste Minimum zu reduciren, und selbst bei starken Vergrösserungen noch klare und scharfe Bilder zu erzeugen: erst dann wurde das Mikroskop, was es heute ist: ein — wie A. v. Humboldt sehr zutreffend und schön sagt — neues Organ des Naturforschers, welches ihn in die Mysterien einer nie geahnten Welt einführte.

Aus der langen Reihe derer, die das neuerfundene Instrument blos zur Befriedigung ihrer Neugierde, oder als Auge und Gemüth ergötzenden Zeitvertreib, als ein Spielzeug edlerer Art benutzten, ragen einzelne Männer hervor, welche die hohe Bedeutung des Mikroskopes als Forschungsmittel erkannten und damit planmässige Studien anzustellen begannen, bahnbrechend und den kommenden Generationen die Richtung weisend.

Die Reihe dieser Forscher wird durch ein Mitglied der römischen Akademie der *«Luchse»* (Academia dei Lyncei), Francesco Stelluti (Franciscus Stellutus) eröffnet, der im Jahre 1625 den Körper der Biene auf Grundlage mikroskopischer Untersuchungen beschrieb.[1] Ihm folgte Marcello Malpighi, einer der grössten Naturforscher seiner Zeit, dessen mikroskopische Untersuchungen das Thier- und Pflanzenreich zugleich umfassten. Die Arbeiten Malpighi's über den feineren Bau des Gehirns, der Zunge, des Tastsinnes, der Lungen und Eingeweide waren nicht minder bahnbrechend und wichtig für die weiteren Fortschritte der Wissenschaft, als seine Untersuchungen über die Entwickelung des Hühnchens im Ei, bei welchen er viel weiter gelangte, als seine Vorgänger auf diesem Gebiete: Volcher, Coiter und Fabricius ab Aquapendente, — oder die von ihm gegebene musterhafte anatomische Monographie der Seidenraupe (Bombyx), die erste, welche die vollständige Anatomie eines wirbellosen Thieres liefert und auch heute noch mit Nutzen gelesen werden kann; — endlich seine Pflanzen-Anatomie, welche er gleichzeitig mit dem denselben Gegenstand behandelnden Werke von Nehemias Grew, im Jahre 1671 der Königlichen Gesellschaft in London (Royal Society) vorlegte. Mit Grew legte Malpighi den Grundstein zur Pflanzen-Anatomie und erklärte, dass die kleinsten Einheiten des Pflanzen-Gewebes durch Schläuche oder Täschchen (utriculi seu sacculi), das ist durch Zellen gebildet werden, was übrigens bereits Robert Hooke vermuthet hatte, der den Pflanzenzellen schon im Jahre 1665 den Namen *«cells»* oder *«boxes»* beilegte.

Gleichzeitig mit dem Italiener Malpighi wirkte der Holländer Johann Swammerdam, dieser ausserordentliche Mann, der Bewunderung und Mitleid in gleichem Maasse verdient, und der seine Zeitgenossen in so vielen Stücken weit übertraf; er fiel — wie K. E. v. Baer sagt[1] — ein Opfer der Wissenschaft, weil er zu früh und zu eifrig auf einem Wege vordrang, den der grosse Haufe damals noch als einen thörichten und verkehrten betrachtete.

Das Hauptgewicht der Forschungen Swammerdam's fällt auf die Anatomie und Metamorphose der Arthropoden, insbesondere der Insecten, dann der Frösche, sowie auf die Anatomie einiger Mollusken, welche er mit freiem und bewaffnetem Auge studirte; vor ihm lag dieses Gebiet ganz brach, und kaum einem seiner Nachfolger war auf diesem Felde eine so reiche Ernte gegönnt, als ihm. Die anatomisch-embryologischen Beschreibungen, welche Swammerdam von der Biene, den Mücken, der Ephemera, den Fliegen, Schmetterlingen, der Laus, dem Scorpion, den Schnecken, der Sepia, den Fröschen u. s. w. gab, sind klassische Schriften der zoologischen Literatur und von ewigem Werth. Auch den Furchungsprocess des Froscheies, welcher erst in unserem Jahrhundert aufs Neue gründlich studirt wurde, hat er zuerst beobachtet. Bei der Beschreibung junger Frosch-Embryonen erwähnte er, dass ihr Körper anfangs aus gleichartigen Schollen *(klootkens)* d. i. aus *Zellen* zusammengesetzt sei; diese Entdeckung, erst durch die Forschungen der jüngsten Zeit bestätigt, würde gewiss schon sehr früh zur Erkenntniss der Entwickelung der thierischen Gewebe geführt haben, wenn man nur ihre Bedeutung erkannt hätte.

Gleich am Anfang der auf neuen Bahnen in Gang gekommenen Forschungsrichtung, zur selben Zeit, als Malpighi seine planmässigen und von Ideen geleiteten Forschungen auf den feineren Bau der sämmtlichen lebenden Wesen erstreckte, Swammerdam aber, auf einem beschränkteren Gebiete die detaillirtesten, zum Theil erst durch die Nachwelt

[1] Carus, Geschichte der Zoologie, München 1872, S. 394.

[1] Reden, gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen und kleinere Aufsätze vermischten Inhalts. I. Th., St. Petersburg. 1864. S. 31.

gewürdigten genauen Studien anstellte: war es ein Landsmann des Letzteren, der reiche Private zu Delft ANTON VAN LEEUWENHOEK, der während seines der Wissenschaft gewidmeten langen Lebens, zwar scheinbar ohne jedes System, aber mit umso grösserer Ausdauer und Begeisterung, mit Hilfe selbstverfertigter Mikroskope in die Geheimnisse der organischen Welt sich vertiefte. LEEUWENHOEK gehörte nicht der Gelehrtenzunft an, wie MALPIGHI und SWAMMERDAM; er war Dilettant in der wahren, aber edlen Bedeutung des Wortes, der von leidenschaftlichem Forschungstrieb geleitet, der Biene gleich ohne Auswahl von Blume zu Blume flatternd, bald diesen, bald wieder jenen Gegenstand der Natur der mikroskopischen Untersuchung unterzog; wo er aber einmal anfasste, da drang er auch in die Tiefe, und seine zahlreichen, auf den feineren anatomischen Bau der Thiere und Pflanzen bezüglichen Entdeckungen, welche ihn unter den Mikroskopisten seiner Zeit auf den ersten Platz erheben, übertreffen an Werth Alles, was sich im XVII. Jahrhundert — wo mit dem Auftreten der systematischen Schule die mikroskopischen Untersuchungen unverkennbar dem Verfall zuneigten — auf dem Gebiete der Mikroskopie ereignete.

LEEUWENHOEK bediente sich zu seinen Forschungen keiner zusammengesetzten Mikroskope, sondern, wie ich bereits erwähnte, aus Glas oder Bergkrystall selbst geschliffener Linsen von sehr geringer Brennweite, welche, nach HARTING, eine bis 270-fache Vergrösserung gestatteten. In seinem Nachlass fanden sich nicht weniger als 247 fertige Mikroskope und 172 Linsen vor, von welchen die von ihm der Royal Society in London testamentarisch vermachten 26 Stück auch heute noch mit Pietät aufbewahrt werden.*

Von den zahlreichen Entdeckungen, welche wir LEEUWENHOEK verdanken, hat gewiss keine ein allgemeineres Aufsehen erregt, und der bis in unsere Tage heranreichenden philosophischen Speculation mehr Stoff geliefert, als die Entdeckung der mit freiem Auge unsichtbaren «*Thierchen*» (*animalcula*). Im Monat April des Jahres 1675 prüfte LEEUWENHOEK einige Tropfen Regenwasser, welches vier Tage in einem neuen irdenen Topf gestanden hatte, mit dem Mikroskop, und gewahrte mit Staunen, dass das Wasser lebendig ist, dass darin winzige Thierchen mit der grössten Lebhaftigkeit sich bewegen. Wahrscheinlich waren *Vorticella microstoma, Stylonychia Mytilus, Halteria Grandinella* und *Cyclidium Glaucoma* die von LEEUWENHOEK zuerst gesehenen Protisten. Später traf er seine «*Thierchen*» auch im Wasser von Pfützen, in verschiedenen Infusionen, in dem von faulenden Austern abgegossenen Wasser, im menschlichen Mund zwischen den Zähnen und in der Cloake von Fröschen gleichfalls in zahllosen Mengen an, und lieferte davon erkennbare Beschreibungen und Abbildungen.

Abgesehen von den Rotatorien, Anguilluliden und anderen kleinen Würmern, den Acarinen und winzigen Insectenlarven, welche LEEUWENHOEK ins Gesammt unter dem Namen «*Animalcula*» zusammenfasste, beobachtete er etwa 28 Protisten: es sind das die Folgenden:[1] *Bacterium Termo, Bacillus Ulna, Vibrio Rugula, Leptothrix buccalis, Monas (v. Cercomonas) sp.?, Trichomonas (v. Stereomita) sp.?, Anthophysa Muelleri, Chlamydomonas Pulvisculus, Euglena viridis, Euglena sanguinea, Volvox Globator, Synedra Ulna, Peridinium sp.?, Vorticella microstoma, Carchesium polypinum, Epistylis Anastasica, Vaginicola crystallina, Halteria Grandinella, Kerona Polyporum, Stylonychia Mytilus, Stylonychia pustulata, Balantidium Entozoon, Nyctotherus cordiformis, Paramecium Aurelia, Chilodon Cucullulus, Colpoda Cucullus, Glaucoma scintillans, Coleps hirtus.*

Zieht man in Betracht, dass LEEUWENHOEK die von ihm beobachteten Protisten von den Rotatorien, Anguilluliden, kleinen Acarinen und selbst von den Insecten nicht unterschied: so ist es leicht begreiflich, dass er, Analogieen folgend, auch bei den Ersteren eine höhere Organisation unbedingt voraussetzen

* Da LEEUWENHOEK seine grosses Aufsehen erregenden Entdeckungen mit selbstverfertigten Linsen machte, hielten ihn Viele für den Entdecker des Mikroskopes: so BORY DE ST. VINCENT (Dictionnaire classique d'histoire naturelle, T. 10., Paris, 1826, S. 535), so wie auch OKEN (Allgemeine Naturgeschichte, Bd. V., I. Abth., Stuttgart, 1835, S. 12); der Cardinal POLIGNAC aber pries ihn im Jahre 1747 in seinem Anti-Lucretius mit folgenden Worten:

«Microscopium, Batavis quod nuper in oris
Divina sapiens reperit Lewenhuckius arte
Perspicuamque facem tenebris dedit esse profundis.»

Die Construction der von LEEUWENHOEK angewendeten Mikroskope findet sich genau beschrieben bei HARTING (Das Mikroskop. Bd. III. S. 36—39).

[1] Conf. EHRENBERG, Infusionsthierchen. S. 18. Anmerkung **.

musste; und in der That begegnet man der irrigen EHRENBERG'schen Auffassung bereits bei LEEUWENHOEK. Hatten schon die mit Hilfe des Mikroskops angestellten ersten Untersuchungen zur Entdeckung so zahlreicher, ungeahnter Details, einer neuen lebendigen Welt geführt: so musste auch die Voraussetzung am nächsten liegen, dass diese winzigen Wesen gerade solche differenzirte, aber selbst mit dem Mikroskop nicht mehr wahrnehmbare Organe besitzen, wie die mit freiem Auge noch sichtbaren kleinsten Thiere, z. B. die Flöhe, Läuse u. a., deren hohe Organisation vor Anwendung des Mikroskopes gleichfalls verborgen und gänzlich unbekannt war. Jenseits der Grenze des Sehens mit bewaffnetem Auge müsse es Details geben, die wir wohl vermuthen, nicht aber erforschen können, und deshalb sagt LEEUWENHOEK mit Resignation: «*Ac tandem, ut verbo dicam, quo altius nos in Naturae arcana nos insinuare conamur, eo magis patet, nos ad ultimum ejus mysterium nunquam perventuros; licet multi, cum bono utuntur microscopio, stulte arbitrentur, nil jam visum effugere posse.*»[1]

Die vom Gewohnten in welcher Richtung immer abweichenden Dimensionen üben stets einen mächtigen Eindruck auf den Menschen, und schon deshalb musste die LEEUWENHOEK'sche Entdeckung eine ausserordentliche Wirkung erzielen. Wenn LEEUWENHOEK behauptet, dass es zwischen den Zähnen, selbst im reinsten Munde, von verschiedenartigen lebendigen Thierchen, (nämlich Bacterien, Vibrionen) wimmelt, wovon die grössten im Wasser- oder Speicheltropfen, wie der Fisch Labrax Lupus munter umherschwimmen, die kleineren aber sich wie ein Kreisel um ihre Axe drehen, bald anhalten, bald aufs neue forteilen, die kleinsten endlich, welche nur mehr als winzige Pünktchen zu sehen sind, einem tanzenden Mückenschwarme gleich untereinander wimmeln,[2] und dass in seinem Mund, trotzdem er viel auf reine Zähne hält, mehr Thierchen leben, als Menschen in beiden vereinigten Provinzen der Niederlande[3]; oder wenn er behauptet, dass in einige Tage lang aufbewahrtem Regenwasser zweierlei Thierchen erschienen, von deren Einen, den zahlreichen, mit Füssen versehenen grösseren (offenbar *Stylonychien* oder *Oxytrichen*) 30,000 zusammengenommen kaum die Grösse eines Sandkornes erreichen, die kleineren aber *(Cyclidium Glaucoma)* kaum den zwanzigsten Theil jener Grösse besassen, und dass er alle diese Thierchen unter dem Mikroskop eben so deutlich sich paaren sah, wie man die Vögel mit freiem Auge sehen kann[1]: wird uns die allgemeine Sensation, welche durch diese und ähnliche wunderliche Beobachtungen vor 200 Jahren hervorgerufen ward, und die Gier, mit welcher die, statt reiner Induction speculative Richtungen verfolgenden Gelehrten darnach langten, begreiflich; doch fehlte es andererseits natürlich auch an Skeptikern nicht, die die mit dem Mikroskop gemachten Entdeckungen für bare Erfindung oder müssiges Spielwerk erklärten, oder sie, wie unter Anderen auch VOLTAIRE, ins Lächerliche zu ziehen bestrebt waren.*

Eine andere, mit den Protisten beinahe gleichzeitig gemachte wichtige Entdeckung, die *Samenfäden* (Animalcula in semine, Animalcula spermatica, Zoospermia, Spermatozoa, Spermatozoidia) waren für die Erkenntniss der wahren Natur der Protisten von äusserst verwirrendem Einfluss, und die unzähligen Theorieen, welche die erste Geschichte der Protisten mit einem mystischen Schleier umweben, finden ihre Erklärung wenigstens zum Theil darin, dass Protisten und Samenfäden zusammengeworfen wurden, wozu noch zur weiteren Verwickelung der unklaren Vorstellungen der bereits erwähnte Umstand sich gesellte, dass man aus der Organisation der höheren Typen angehörigen Thiere auf die der Protisten Analogieen zog.

Ein in der Geschichte der Wissenschaft sonst unbekannter Mediciner Namens HAM (HAMMIUS oder

[1] 521.
[2] 43.
[3] 46.

[1] 277.

* Der Verfasser der «*Mikroskopischen Gemüths- und Augen-Ergötzung*» findet an mehreren Stellen Gelegenheit diese Spötteleien in seiner amusanten Manier zu geisseln; so gibt er z. B. die Beschreibung mehrerer Kolonien bildender *Vorticellinen* und des *Stentor polymorphus*, sowie Anweisungen zu deren Auffindung, wobei er sich mit folgenden Worten an die Spötter wendet: «Finstere Spötter! Lachen Sie nur nicht über diese Anweisung! Ich glaube noch immer, dass derjenige, welcher ein unbekanntes Geschöpf zur Ehre seines Schöpfers entdeckt und in demselben eben den wunderbaren Bau gleich in den Menschen, zugleich aber die unbegreifliche und ohnendliche Allmacht und Weisheit des Ewigen Alls dabei in tiefer Ehrfurcht bewundert, eine weit nützlichere Arbeit unternommen, als ein solcher, welcher nach vielen schlaflosen Nächten und zerbissenen Federkielen, die unvergleichliche Frage beantwortet hat: Von welchem Zeug oder Stoff Methusalem seine Schlafmütze getragen habe?» LEDERMÜLLER, I. 175.

Ludwig von Hammen, angeblich der Sohn eines aus Danzig stammenden niederländischen Consuls) fand im November 1677 bei der mikroskopischen Untersuchung des Samens eines an Gonorrhoe leidenden Mannes zahllose, mit Kopf und Schwanz versehene und sich selbstständig bewegende Körperchen, welche er für Producte einer pathologischen Entartung hielt; Leeuwenhoek, dem Ham von seiner Entdeckung Mittheilung machte, setzte die Untersuchungen in dieser Richtung fort, und konnte schon im nächsten Jahre an die Royal Society zu London berichten, dass der Samen vollkommen gesunder Männer, Hunde und Kaninchen von dem freien Auge unsichtbaren, den Froschlarven einigermassen ähnlichen lebenden Wesen wimmelt, von welchen Leeuwenhoek auch verhältnissmässig genaue Abbildungen lieferte; später entdeckte er die Samenfäden auch bei zahlreichen anderen Vertebraten und bei einigen Insecten. Aus den Untersuchungen anderer, zur selben Zeit thätiger Forscher ging aber alsbald hervor, dass die fraglichen *Thierchen* normale Bestandtheile des animalischen Samens bilden. Leeuwenhoek war der Meinung, dass die im Samen vorkommenden Thierchen wahrhaftige Keime, echter Samen des Thieres sind, welcher in das Weibchen eingedrungen, hier gleich dem in den Boden ausgesäten Samen auskeimt und zum Fötus sich entwickelt *; er meinte sogar im Samen vom Menschen und Hund zweierlei Samenfäden, nämlich männliche und weibliche zu erkennen.**

Diese von der Bestimmung der Samenfäden gegebene erste Erklärung weicht, wie zu sehen, nicht weit von denjenigen ab, welche von Prévost und Dumas, den Vorkämpfern der auf soliden Grundlagen ruhenden heutigen Befruchtungslehre im Jahre 1824 aufgestellt wurde; jedoch suchen diese Forscher den Boden im thierischen Ei, wohin die Samenfäden eindringen, um sich zum Nervensystem des Embryo zu entwickeln.

Getreu seiner Auffassung, schrieb Leeuwenhoek natürlich auch den Samenfäden eine hohe Organisation zu, was in seinen folgenden Worten klar und deutlich zum Ausdruck kommt: «Wenn wir sehen, dass die Samenthierchen während ihrer Bewegung ihren Schwanz contrahiren, können wir mit Recht schliessen, dass diesem Schwanz eben so wenig die Sehnen, Muskeln und Gelenke abgehen, wie dem Schwanz eines Eichhörnchens, oder einer Ratte; und Niemand wird darüber zweifeln, dass jene anderen Thierchen, welche in den Tümpeln umherschwimmen und an ihrer Grösse dem Schwanze eines Samenthierchens gleichkommen, mit denselben Organen versehen sind, wie die grössten Thiere. Wie wunderbar ist das Vorhandensein von Organen innerhalb solcher Thierchen.»[1]

Nachdem die Leeuwenhoek'schen Ideen Eingang gefunden, fehlte es auch an Naturforschern nicht, welche durch die Ausgeburten ihrer überschwänglichen Phantasie zu vergänglichem Ruhm gelangten. Ein niederländischer Gelehrter, Namens Hartsoeker behauptete, die im Samen vorkommenden Thierchen bereits im Jahre 1674 entdeckt, aber die Veröffentlichung seiner Entdeckung nicht gewagt zu haben, und bildete im Jahre 1694 im Kopf der Samenfäden kleine menschliche Gestalten ab[2]; eine ähnliche Abbildung lieferte Delampatius (Francois Plantade, Secretär der Akademie zu Montpellier),[3] der sogar schon die Art und Weise gesehen haben wollte, wie der mit Kopf, Rumpf und Extremitäten versehene Homunculus aus dem Samenfaden herauskriecht;* eine ähnliche Fabel gab auch der französische Maler und Anatom Jacques Gautier d'Agoty[4] im Jahre 1750 zum Besten. Aehnliche phantastische und naive Details wollten manche ältere Forscher auch an den Protisten und anderen mikroskopischen

* «Sed mihi videtur, si sequentia solum in rei fidem alleguntur, sufficere ea posse, ad probandum ex solo masculino semine fructum prodire, fœminam vero instar naturæ agri fructum tantum fovere, alere atque augere». (Vgl. H. A. Pagenstecher, Allgemeine Zoologie. I. Th. S. 55.)

** «Sed jam, ubi etiam in seminibus masculinis animalium, avium, piscium, imo etiam insectorum repperi animalcula, multo certius esse statuo, quam antea, hominem non ex ovo, sed ex animalculo in semine virili oriri; ac præsertim cum reminiscor me in semine masculino hominis, et etiam canis, vidisse duorum generum animalcula. Hoc videns mihi imaginabar, alterum genus esse masculinum, alterum foemininum.» Arcana Naturæ, 30.

[1] Leeuwenhoek, Epistol. physiolog. XLI. S. 393. Conf. Dujardin, 22.

[2] Essai de dioptrique, 1694. Conf. Milne-Edwards, Leçons sur la Physiologie etc., Paris, 1865, VIII. 339.

[3] Nouvelles de la république des lettres. 1699. S. 522. Conf. Ehrenberg, 466.

* Nach Milne-Edwards wollte die Mittheilung von Plantade muthmasslich eine Satyre sein; trotzdem wurde sie von Manchen für Ernst gehalten und geglaubt. Op. cit. VIII. 356, (1).

[4] Zoogénie ou génération de l'homme. Conf. Ehrenberg, 466.

Thieren beobachtet haben; so bildet JOBLOT die Anguilluliden mit wahrhaftigen Schlangenköpfen ab,[1] einen für Euglena zu haltenden Protisten zeichnet er[2] mit breitem Maul, Rüssel und gut ausgebildetem Säugethierauge ab, wodurch derselbe einem See-Elephanten (Macrorhinus proboscideus) en miniature sehr ähnlich wird; ferner trägt ein phantastisches Thierchen, welches für eine kleine Wassermilbe zu halten wäre, ein wildes Männerantlitz zur Schau,[3] mit zornig gefurchter Stirne, mit Nase, Mund, glattem Kinn und einem respectablen Schnurrbart, der selbst einem Huszaren zur Ehre gereichen würde; beim Zeichnen von *Paramecium Aurelia*[4] diente endlich JOBLOT augenscheinlich sein eigener Pantoffel als Modell.

Auch JOHANN CONRAD EICHHORN, der wackere Pastor zu Danzig, wurde hin und wieder von seiner Phantasie fortgerissen; er sagt z. B. von einem Protisten, in welchem die *Euglena viridis* zu erkennen ist, mit ehrlicher Naivität Folgendes: «Dieses ist eines der wunderbarsten Thiere, es ist wie ein durchsichtiger Schleim, und doch ein wahrer organischer Körper, der sich ganz willkührlich bewegen kann, seine Nahrung suchet, sie kauet und niederschlucket — — Es ist über die Massen klar und durchsichtig, sein Kopf war accurat gestalt wie ein Ochsen-Kopf mit einem ordentlichen Ochsen-Maul, bei der Nase und wo das Ohr sein sollte, hatte es eine Öffnung, die weit heller war, wie die andern Theile. Das Wunderbarste war, wenn es seine Nahrung herunterschluckte, und lässt sich dieses unmöglich beschreiben, noch deutlich mit Worten ausdrücken. Es schien, als wenn es beide Kinnbacken wie ein Ochs zusammen drückte, und wieder käuete».[5]

JOHN HILL war der Erste, der im Jahre 1751 die Samenfäden in das System des Thierreiches aufnahm[6] und gemeinsam mit den *Vorticellinen* in das Genus *Macroceros* einreihete; auch von PALLAS wurden sie für mit *Volvox* verwandte Thiere gehalten.[7] OTTO FRIEDRICH MÜLLER, der, wie er selbst gesteht,[8] den thierischen Samen nie untersucht hat, ist geneigt die Samenfäden mit dem Namen *Cercaria Gyrinus* unter die Infusionsthierchen in das Genus *Cercaria* einzureihen, — übrigens ein chaotisches Geschlecht, wo nebst wirklichen *Cercarien*, d. h. Larven von Distomeen, auch noch *Urocentrum Turbo, Euglenen, Ceratium, Coleps, Ichthydium* und verschiedene Rotatorien unter einen Hut gezwängt sind. LINNÉ verhielt sich in jüngeren Jahren den mikroskopischen Entdeckungen gegenüber mit grossem Skepticismus; er leugnete die animalische Natur der Samenfäden und erklärte dieselben, sowie auch die LEEUWENHOEK'schen Animalcula für passiv bewegte Oeltheilchen (particula oleosa); am Abend seines Lebens hingegen reihete er sie sammt den früher ignorirten Protisten, in das *Chaos infusorium* ein[1]; ihn befolgte BLUMENBACH, der[2] im Jahre 1791 die Samenfäden unter dem Namen *Chaos spermaticum* gleichfalls den Infusionsthierchen anreihet. BORY de ST. VINCENT stellt im Jahre 1824 unter den Infusionsthierchen eine eigene Familie, die *Cercariées*, für die Samenfäden auf, in welcher er sie unter dem generellen Namen *Zoospermos* zusammenfasst.[3] K. E. v. BAER in der BURDACH'schen Physiologie (1826), sowie auch JOHANNES MÜLLER (1827) hielten sie noch für Infusionsthierchen; der Erstere betrachtete sie jedoch schon im Jahre 1827, gleich den Blutkörperchen, für Elemente des Organismus[4] auf einer niedrigen Stufe des selbstständigen Lebens, und gebraucht anstatt der etymologisch unrichtigen Benennung Zoospermos oder Zoospermia zuerst den Ausdruck *Spermatozoa*. CUVIER zählt sie in der 1838-er Auflage des «Règne animal» wieder unter dem Namen *Cercaria* zu den Infusionsthierchen. Endlich wurden sie durch EHRENBERG selbst noch im Jahre 1838 unter dem Namen *Trematoda Pseudogastrica* zu den Trematoden gerechnet;[5] nach ihm sollten sie eben solche, mit eigener animalischer Natur begabte Parasiten sein, wie die in der Leber von Schnecken vorkommenden Cercarien.

Aus dieser kurzen historischen Übersicht geht zur Genüge hervor, wie innig die Geschichte der Samenfäden und der Protisten mit einander verflochten sind, und es wird daraus der störende Ein-

[1] I. 11. T. I.
[2] t. 3. G.
[3] t. 6. 12.
[4] t. 10. 23.
[5] EICHHORN, 55. t. V., O, P, R.
[6] Historia animalium. Conf. EHRENBERG.
[7] PALLAS, Elenchus Zoophytorum, 416.
[8] O. F. MÜLLER, 120.

[1] Conf. Syst. Naturæ, edit. XII.
[2] Handbuch der Naturgeschichte, V. Aufl., Göttingen, 1797, S. 475.
[3] Dictionnaire classique d'histoire naturelle. Tom. 16.
[4] Acta Leopoldina. Vol. XIII. Conf. EHRENBERG, 467.
[5] EHRENBERG, 467.

fluss leicht begreiflich, welchen diese Verquickung auf die Erforschung der wirklichen Natur der Protisten ausübte. Diese Verwickelung wurde nach langem Umherirren eigentlich erst während der letzten 25 Jahre gelöst; nachdem nämlich die von BARRY im Jahre 1840 mitgetheilte Beobachtung, dass er die Spermatozoën in das Kaninechnei eindringen sah, anfangs gar keinen Glauben gefunden, wurde endlich zu Beginn der 50-er Jahre durch NELSON, NEWPORT, KEBER, MEISSNER, BISCHOFF und Andere nachgewiesen, dass die Samenkörperchen bei der Befruchtung thatsächlich in das Ei eindringen und keine im Samen lebende Parasiten sind, sondern, wie PRÉVOST und DUMAS im Jahre 1824, ja SPALLANZANI sogar schon im vorigen Jahrhundert, auf genaue Versuche gestützt, behaupteten, die wichtigsten Elemente des Samens bilden, welche, wie bereits v. BAER hervorhob, am zutreffendsten mit den Blutkörperchen zu vergleichen sind.

Zur Kenntniss der durch LEEUWENHOEK entdeckten winzigen Thierchen trugen bis Ende des verflossenen Jahrhundertes HARRIS, JOBLOT, BAKER, TREMBLEY, ROESEL, LEDERMÜLLER, BONNET, WRISBERG, PALLAS, MÜNCHHAUSEN, SAUSSURE, GOEZE, WAGLER, ROFFREDI und TERECHOWSKY, HERMANN, SPALLANZANI, EICHHORN, GLEICHEN (genannt RUSSWORM), insbesondere aber ihr Systematiker OTTO FRIEDRICH MÜLLER Beträchtliches bei. Alle diese Untersuchungen haben zu einer präcisen Auffasung der Organisation der Protisten allerdings nicht geführt; um so reichlicheres Material lieferten sie hingegen für die Speculationen der Naturkundigen des vorigen Jahrhundertes. Ihr rasches Auftreten in Staunen erregender Anzahl in thierische und pflanzliche Theile enthaltenden faulenden Infusionen, so wie im reinen Regenwasser, das constante Vorkommen der für Thierchen gehaltenen beweglichen Körperchen im Samen; die in ihren Hauptzügen leicht erkennbare hohe Organisation einzelner Thierchen, welche heute, selbstverständlich, nicht mehr zu den Protisten gerechnet werden: all diese Umstände führten in ein Labyrinth zum Theil ganz bizarrer und abenteuerlicher, zum Theil die Ahnung des Wahren in sich bergender, geistreicher Hypothesen — zu einer Zeit, wo der Weg für die Induction noch weniger geebnet war, — wo zuerst die Vermuthung sich zu regen begann, dass die Gewebe der höheren Organismen aus kleinen lebendigen Einheiten zusammgesetzt sind, — wo die Untersuchungen von SWAMMERDAM, später von RÉAUMUR und Anderen jenes wunderbare Bild von der Metamorphose der Insecten enthüllten, und wo die Embryologie, die Physio- und Pathologie noch ohne Compass umherirrten.

Die nach den Ursachen der Seuchen forschende Pathologie zog die winzigen Thierchen alsobald mit Begeisterung in den Kreis ihrer Speculationen, und die Lehre, welche diese Thierchen der Infection beschuldigte, gelangte unmittelbar nach Entdeckung der Protisten zur selben allgemeinen Verbreitung, wie jene andere, welche heutiges Tages die Infection den *Micrococcen, Bacterien* und anderen *Schizomyceten* zuschreibt. Die die Ursache der Krankheiten aus der Verderbniss der Säfte ableitende Humoralpathologie glaubte in den Protisten die Erreger der Säfteentmischung ebenso gefunden zu haben, wie die PARACELS-sche Lehre, wonach die Seuchen im Inneren der Organismen auf die nämliche Art sich entwickeln, wie diese selbst, das heisst aus Keimen. Ein anonymer Engländer machte schon im Jahre 1676 den Vorschlag, zur Zeit des Wüthens epidemischer Krankheiten die in der Luft schwebenden pathogenen Thierchen durch Trompeten- und Paukenschall und Kanonendonner zu verscheuchen. LANCISI suchte im Jahre 1717 die Ursache der Italien verheerenden Malaria in den kleinen Thierchen der Sümpfe; FRIEDRICH HOTTMANN erwähnt im Jahre 1720, dass er zu Berlin während des Herrschens epidemischer Krankheiten zahlreiche winzige Würmer im Wasser gefunden habe; auch VALLISNIERI, GRIFFON und LEBÈGNE hielten mikroskopische Thierchen für die Ursache der in den ersten Decennien des vorigen Jahrhundertes wüthenden Pest; in einem zu Paris im Jahre 1726 erschienenen Buche sind die Ohnmachten, Koliken, Thränenfisteln etc. verursachenden kleinen Thierchen sogar beschrieben und abgebildet.[1] Auch LINNÉ schrieb den kleinen Thierchen als Erregern von Krankheit und Zersetzung eine grosse Bedeutung zu und hob in der XII. Auflage der *Systema Naturæ* hervor, dass es ausser dem *Chaos infusorium* «verschiedene belebte Theilchen in der Welt gebe, welche vielleicht auch zu diesem Geschlechte gehören, aber noch nicht genug entdeckt oder untersucht worden sind, als da sind: die Ansteckung derjenigen Krankheiten, welche mit einem Ausschlage verknüpft sind; der Zunder der

[1] Conf. EHRENBERG, VIII.

hitzigen Fieber; das Gift der Venusseuche; die von LEEUWENHOEK entdeckten Samenthierchen; das Flockengewebe, welches im Frühling in der Luft hängt; endlich das, was die Gährung und Fäulniss verursacht».[1]

Es ist in der That überraschend, wie nahe der tiefblickende LINNÉ mit seiner über die Erreger contagiöser Krankheiten, sowie über die Fäulniss und Gährung gebildeten Meinung der für neu gehaltenen heutigen Auffassung stand, welche sich demnach keineswegs als eine Errungenschaft der jüngsten Zeit herausstellt, wofür sie gewöhnlich gehalten wird; im Gegentheil ist sie nur auferstanden, nachdem sie durch die Autorität EHRENBERG's eine Zeit lang unterdrückt gehalten war, und liefert ein lehrreiches Beispiel jener eigenthümlichen Schwankungen, welche im Auftauchen, Verschwinden und Wiederauftauchen gewisser Theorien bestehen, und in der Geschichte der Wissenschaften häufig genug angetroffen werden.

Auch von den Naturphilosophen des vorigen Jahrhundertes wurde die Entdeckung der unsichtbaren Welt rasch erfasst und zur Erklärung der Mysterien des Lebens geschickt ausgebeutet.

Die Atomenlehre des altgriechischen Philosophen DEMOKRITOS, des Abderiten, wurde durch den berühmten DESCARTES (CARTESIUS) im Jahre 1630 zu neuem Leben erweckt und machte den Denkern des XVII. und XVIII. Jahrhunderts viel zu schaffen. Dieser Lehre gemäss wären die Organismen aus grösseren und kleineren Kügelchen, Urtheilchen, Atomen zusammengesetzt, welche sich in fortwährender, wirbelnder Bewegung befinden; der lebende Organismus selbst ist eine unbeseelte Maschine, welche durch die Wirbel der Atome bewegt wird. War nun die Annahme nicht sehr nahe gelegen, dass LEEUWENHOEK die lebenden Atome entdeckte, dass die in den Infusionen rasch auftretenden Protisten nichts weiter, als jene lebenden Atome sind, welche aus den zerfallenden organisirten Körpern freigeworden, ihr Leben selbstständig fortsetzen? Die Richtigkeit dieser Annahme hatte jedenfalls eine sehr grosse Wahrscheinlichkeit für sich; das Gebiet der Speculationen bot die verlockendsten Aussichten auf die schönsten Ergebnisse, welchen nicht zu widerstehen war. Auf diese Weise entwickelten sich mit wahrer Meisterschaft ausgearbeitete Theorien, worunter die BUFFON'sche gewiss die interessanteste, in der Conception geradezu grossartig ist. Einzelne ihrer Thesen kamen in unseren Tagen aufs Neue zur Geltung; ja sie birgt — wenn der Ausdruck gestattet ist — gewissermassen die Prophezeiung der heutigen Cellulartheorie in sich.

[1] Conf. RITTERS CARL VON LINNÉ, königlich schwedischen Leibarztes etc. vollständiges Natursystem, nach der zwölften lateinischen Ausgabe von PHILIPP LUDWIG STATIUS MÜLLER. VI. Th. II. Bd. Nürnberg. 1775. S. 928.

Nach BUFFON[1] wären die Organismen, Pflanzen sowohl als Thiere, aus kleinen lebenden Partikelchen, aus *organischen Molekülen* (molecules organiques, parties organiques, parties vivantes) aufgebaut, welche weder den Pflanzen, noch den Thieren beizuzählen sind, sondern eine mittlere Stellung einnehmen: d. h. Pflanzen und Thiere bilden eine Gesellschaft, einen Staat von organischen Einheiten, und das Gesammtleben der Letzteren bildet das Leben der Pflanze oder des Thieres. Diese organischen Einheiten sind vielfacher Gruppirungen fähig, und durch die Verschiedenartigkeit der Gruppirung entstehen die verschiedenen Pflanzen und Thiere; von der Art der Gruppirung ist ferner auch die physiologische Function der einzelnen Organe abhängig. Was gemeinhin der Tod der Organismen genannt wird, ist eigentlich nichts weiter, als ein Prozess, bei welchem die den Organismus bildenden Moleküle, über welche der Tod keine Macht besitzt, ihre Gruppen verlassen; in folge dessen hört das Gesammtleben zwar auf, die unsterblichen Moleküle* hingegen setzen ihr Leben einzeln fort, und dies sind die von LEEUWEN-

[1] Histoire des Animaux, 1748. Conf. Oeuvres complètes de BUFFON. Par M. Flourens. Paris. 1853. Tom. I, 2-e partie. Histoire generelle des animaux, insbesondere Chapitre III. De la nutrition et du dévéloppement, und Chap. IV. De la génération des animaux S. 447 bis 453, 454 bis 464. und die Récapitulation auf S. 655 bis 659.

* BUFFON basirte die Unsterblichkeit der Moleküle offenbar theils auf die von NEEDHAM bereits im Jahre 1743 gemachte sensationelle Entdeckung, dass die scheinbar todten Anguilluliden in dem von ihnen ergriffenen Weizensamen (blé niellé) nach der Befeuchtung aufs neue aufleben, theils auf eine andere Beobachtung NEEDHAM's (S. 565), wonach auch in den aus gebratenem Fleisch bereiteten Infusionen Thierchen sich entwickeln, was BUFFON dadurch erklärte, dass die das Fleisch bildenden Moleküle durch das Braten nicht abgetödtet werden. Im Uebrigen wurde die ganze Auffassung BUFFON's wahrscheinlich auch durch LEIBNITZ beeinflusst, der gleichfalls die Zusammensetzung der Organismen aus lebenden Einheiten (Molekülen) lehrte, welche Einheiten durch eine Central-Monade regiert würden.

HOEK entdeckten «Thierchen»; andererseits können sie sich zu neuen Gruppen vereinigen und auf diese Weise zur Bildung verschiedener zusammengesetzter Organismen führen. Die Ernährung der Thiere und Pflanzen geht in der Weise vor sich, dass die Ersteren unmittelbar oder mittelbar aus den Pflanzen, die Letzteren aber aus dem Boden lebende Moleküle aufnehmen, welche zwischen die bereits Vorhandenen eingeschaltet werden, wodurch der Organismus stetig wächst; neben den lebenden nehmen zwar die Organismen auch leblose Moleküle (molecules brutes) auf, jedoch werden diese durch die Secretionsorgane wieder ausgeschieden. In jenem Stadium des Lebens, wo die Entwickelung der Pflanze oder des Thieres bereits bis zum Höhepunkt gediehen ist, werden die in der Nahrung fortwährend aufgenommenen organischen Moleküle nicht mehr zur weiteren Entwickelung der Organe, sondern lediglich als Ersatz für die verbrauchten verwendet; der Ueberschuss sammelt sich aus allen Theilen des Körpers in einem oder mehreren besonderen Organen, den Geschlechtsorganen an; diese bilden nachher die Geschlechtsprodukte, welche nach dem Gesagten gewissermassen aus der Quintessenz sämmtlicher Körpertheile bestehen und sich entweder unmittelbar oder, bei Thieren mit getrenntem Geschlecht, nach erfolgter Vermischung des männlichen und weiblichen Geschlechtproduktes zu den, den elterlichen vollkommen gleichen Organismen gruppiren. Die nach BUFFON auch in den Sexualsecreten der Weibchen vorkommenden «Thierchen» sind lediglich aus allen Körpertheilen vereinigte organische Moleküle. Die Entstehung der Eingeweidewürmer, welche bis zur jüngsten Zeit zu so vielen Hypothesen Anlass gab, wird von BUFFON in vollkommener Uebereinstimmung mit seiner Theorie in der Weise erklärt, dass die Würmer gerade so, wie die Organe und Jungen des Thieres, durch die Gruppirung organischer Moleküle zu Stande kommen, mithin im Wirthe selbst erzeugt werden.

Trotzdem diese geniale Theorie BUFFON's in der ganzen Verkettung der aus ihr gezogenen Folgerungen heut zu Tage für verfehlt erklärt werden muss, enthält sie in ihren Einzelheiten ohne Zweifel viele, durch die Forschungen der Nachwelt bestätigte Ansichten. Insbesondere ist die Ansicht BUFFON's, wonach die Organismen aus lebenden Molekülen zusammengesetzt sind, kein Ergebniss der reinen Speculation, sondern stützt sich auf Beobachtungen. Dass der Pflanzenkörper aus Zellen besteht, davon hatten, wie oben erwähnt, schon HOOKE, GREW und MALPIGHI einige Ahnung; ausserdem konnte TURBERWILL NEEDHAM, mit welchem BUFFON sehr innige wissenschaftliche Beziehungen unterhielt, diesem die auf zahlreiche Untersuchungen gestützte Mittheilung machen, dass alle Pflanzentheile aus kleinen lebenden Partikelchen zusammengesetzt sind;[1] diese Untersuchungen berechtigten BUFFON, seine These dahin zu verallgemeinern, dass sämmtliche Organismen aus lebenden Molekülen oder, wie der heutige technische Ausdruck lauten würde, aus Zellen bestehen, Zellenstaaten sind; und mit demselben Recht kann behauptet werden, dass die BUFFON'sche Theorie eine Prophezeiung der Zellentheorie in sich birgt, mit welchem Rechte OKEN, nach dem Auftreten von SCHLEIDEN und SCHWANN im Jahre 1843 das Verdienst für sich reclamirte,[2] durch die *Urbläschen-* und *Infusorien-Theorie* den Grundstein zur Zellentheorie bereits im Jahre 1805 gelegt zu haben, obschon seine Hypothese eigentlich nichts weiter ist, als eine Reproduction der BUFFON'schen mit anderen Ausdrücken.* Die BUFFON'sche Ansicht, wonach der

BUFFON's grossartige Idee von der Unsterblichkeit der Moleküle und ihrem Kreislauf in der Natur findet sich in dem Artikel über das Rind in der Kürze am klarsten dargelegt: «Diese Theilchen gehen von einem Körper zum andern über, und sind einem jeden zum wirklichen Leben, zur Dauer desselben, zum Unterhalt und Wachsthum in gleichem Maasse beihilflich. Nach der Auflösung des Körpers und seiner Verwandelung in Staub und Asche überleben ihn die organischen Theilchen, über welche der Tod keine Gewalt hat, noch immer. Sie ziehen in der Welt herum, um ihnen Unterhalt und Leben zu ertheilen.» Herrn von BUFFON's Naturgeschichte der vierfüssigen Thiere. I. Bd. Troppau. 1785. S. 317.

[1] BUFFON, Op. cit., 566.

[2] Lehre der Naturphilosophie. Dritte, neu bearbeitete Auflage. Zürich, 1843. S. III.

* «Besteht die organische Grundmasse aus Infusorien, so muss die ganze organische Welt aus Infusorien entstehen. Pflanzen und Thiere können nur Metamorphosen von Infusorien sein.

«Ist dieses, so müssen auch alle Organisationen aus Infusorien bestehen, und sich bei ihrer Zerstörung in dieselben auflösen. Jede Pflanze, jedes Thier verwandelt sich bei der Maceration in eine schleimige Masse; diese verfault, und die Flüssigkeit ist mit Infusorien angefüllt.

«Das Faulen ist nichts anders als ein Zerfallen der Organismen in Infusorien, eine Reduction des höheren Lebens auf das Urleben.

Körper höherer Thiere und Pflanzen aus Millionen von kleinen Thierchen zusammengesetzt ist, deren Gesammtheit das ganze Thier bildet[1] — wurde von vielen Naturforschern des vorigen Jahrhunderts, unter Anderen auch von WRISBERG,[2] und selbst von LINNÉ getheilt.

Derjenige Theil der BUFFON'schen Theorie, wonach die LEEUWENHOEK'schen Thierchen den durch den Zerfall der thierischen und pflanzlichen Gewebe frei gewordenen lebenden Molekülen entsprechen würden, ist eigentlich nur eine geistreiche Erläuterung der Generatio aequivoca, welche trotz der bahnbrechenden Forschungen von REDI, VALLISNIERI, RÉAUMUR u. A. noch immer allgemein geglaubt wurde. Die Vermehrung der Protisten durch Generatio aequivoca aber wurde bis EHRENBERG nur von Einzelnen (JOBLOT, SPALLANZANI) bezweifelt, sie wurde auch für ganz natürlich, für einen auf festen Grundlagen ruhenden Lehrsatz gehalten. Der alte Satz *«corruptio unius generatio alterius»* genoss noch allgemeinen Credit; selbst OTTO FRIEDRICH MÜLLER huldigte demselben, wie dies aus seinem aus den OVID'schen Metamorphosen gewählten Motto ganz klar hervorgeht:

> Nonne vides, quæcunque mora fluidoque liquore
> Corpora tabuerint, in parva animalia verti?

Die aus verschiedenen organischen Stoffen bereiteten Infusionen, welche die Forscher des vorigen Jahrhunderts vorwiegend beschäftigten, schienen alle zu beweisen, dass die Infusionsthierchen aus den zerfallenden Geweben durch generatio aequivoca entstehen; und selbst die specielle Benennung der Protisten: *»Infusionsthierlein»*, *«animalcula infusoria»*, *«Infusionswürmer»*,[1] welche zuerst von LEDERMÜLLER im Jahre 1761 gebraucht[2] und von WRISBERG acceptirt,[3] alsobald zu allgemeiner Verbreitung gelangte, birgt die Auffassung in sich, dass die Protisten in Infusionen entstehen.

In neuester Zeit hat GUSTAV JAEGER sehr wundersame Beobachtungen über das Zerfallen der Gewebe Süsswasserpolypen mitgetheilt,[4] welche, wenn sie sich bestätigten, geeignet wären für die Richtigkeit der längst vergessenen BUFFON'schen Auffassung zu sprechen. Nach genanntem Forscher soll nämlich die Hydra unter gewissen Verhältnissen von selbst in Zellen zerfallen, welche in der Form von *Amoeben* selbstständig weiter fort leben, sich ernähren und fortpflanzen und schliesslich encystiren. Sind diese Amoeben etwas anderes, als die zu freiem Leben gelangten BUFFON'schen Moleküle? JAEGER, der, wie sattsam bekannt, mit der Aufstellung kühner Hypothesen durchaus nicht geizt, meinte in diesem Vorgang eine eigenthümliche Fortpflanzung der Hydra zu erkennen, welche er als *«Diaspermogenesis»* bezeichnet, deren Existenz jedoch bisher von keiner Seite Bestätigung fand.

«Die Organismen sind eine Synthesis von Infusorien. Die Erzeugung ist nichts anderes, als eine Zusammenhäufung unendlich vieler Schleimpunkte, Infusorien.

«Es sind nämlich die Organismen nicht schon im Kleinsten ganz und vollständig gezeichnet, präformirt enthalten; sondern nur infusoriale Bläschen, die durch verschiedene Combinationen sich verschieden gestalten und zu höheren Organismen aufwachsen. — Op. cit., S. 155, §. 940 bis 943.

Ebenso, ja sogar mit mehr Berechtigung, könnte man in GOETHE, welcher dieselbe Idee bei Weitem klarer ausdrückt, den Propheten der Zellentheorie verehren, nach seinen im Jahre 1807 niedergeschriebenen folgenden Worten: «Jedes Lebendige ist kein Einzelnes, sondern eine Mehrheit; selbst insofern es uns als Individuum erscheint, bleibt es doch eine Versammlung von lebendigen, selbständigen Wesen, die der Idee, der Anlage nach gleich sind, in der Erscheinung aber gleich oder ähnlich, ungleich oder unähnlich werden können.» (Morphologie. Sämmtliche Werke. Mit Einleitung von KARL GOEDEKE. IX. Bd. Stuttgart 1875, S. 324.) Ferner nach folgenden Worten seines im Jahre 1820 geschriebenen kurzen Gedichtes, *«Epirrhema»*

> Freuet Euch des wahren Scheins,
> Euch des ernsten Spieles:
> Kein Lebend'ges ist ein Eins,
> Immer ist's ein Vieles.

Und mit Recht sagt GOEDEKE in der zur «Morphologie» geschriebenen Einleitung: «Er steht dicht an der Erklärung, welche die spätere Wissenschaft geliefert hat, und fand sie nur nicht, weil das Mikroskop noch nicht ausgebildet genug war, um das eigentliche Organ des Pflanzenlebens, die Zelle, zu entdecken.» (Op. cit., S., XXII. Die Keime alldieser Ideen sind jedoch entschieden auf BUFFON zurückzuführen, dessen Werke GOETHE, wie er an mehreren Stellen selbst bemerkt, mit Interesse studirte.

[1] BUFFON, Op. cit. VI., S. 928.

[2] WRISBERG, 89.

[1] Bei JOHANNES FÖLDI in «Természethistória» (Naturgeschichte) etc., Pressburg 1801, S. 425.

[2] «Diese Kreaturen (i. e. die Würmer im Heuwasser) gehören mit in die Classe der Infusionsthierlein.» I. 88.

[3] Observationum de Animalculis infusoriis satura. Gottingæ. 1765.

[4] Ueber das spontane Zerfallen der Süsswasserpolypen, nebst einigen Bemerkungen über Generationswechsel. (Sitzungsber. d. math. naturwiss. Classe d. Kais. Akad. der Wissensch., Bd. 39., Wien. 1860., S. 321.

Jener Theil der BUFFON'schen Theorie, welcher sich auf die Ernährung der Pflanzen bezieht und kurz dahin lautet, dass die Pflanzen aus dem Boden lebende Moleküle (welche, wie wir sahen, nach BUFFON mit den von LEEUWENHOEK entdeckten Thierchen identisch sind) aufnehmen, wurde im Jahre 1867 durch RUNGE in etwas veränderter Form aufgefrischt.[1] RUNGE überraschte nämlich die Welt mit einer Theorie, wonach der Humus des Bodens von einer ganzen lebenden Welt von Protisten bevölkert wäre, deren Leiber zerfallen und von den Pflanzen als Nahrung aufgenommen werden. Die Ernährung der Organismen würde demnach, wie bei BUFFON, auf die Protisten zurückzuführen sein, und die kleinen lebenden Moleküle würden die ganze lebendige Natur erhalten. Von dieser recht schönen, aber, wie zu sehen war, nichts weniger als originellen Idee entspricht jedoch nur so viel der Wirklichkeit, dass im Humus neben überaus zahlreichen einzelligen Algen und Schizomyceten besonders viele prächtige Rhizopoden gedeihen, welche indirect gewiss auch für die Pflanzen Nährstoffe liefern, und bei der Ernährung einiger, beispielsweise der auf Felsen gelagerten Moose, ohne Zweifel eine sehr wichtige Rolle spielen.

Endlich ist jener Theil der BUFFON'schen Theorie, welcher auf die aus allen Theilen des Körpern in die Geschlechtsdrüsen zusammenlaufenden lebendigen Moleküle sich bezieht, in der von DARWIN im Jahre 1868 zur Erklärung der Vererbung aufgestellten Hypothese der *Pangenesis* im Wesentlichen zu neuem Leben erwacht.

Andere Naturforscher haben ohne Zweifel unter dem Einfluss des lebhaften Eindruckes, den die bewunderungswürdigen Entdeckungen SWAMMERDAM's über die Metamorphose der Insecten hervorriefen, die winzige Welt mit den Insecten in Beziehungen gebracht. So wurde im Jahre 1694 von HARTSOEKER behauptet,[2] dass die LEEUWENHOEK'schen Thierchen nichts anderes wären, als Larven in der Luft umherfliegender, unsichtbarer Mücken, welcher Ansicht im Jahre 1734 auch RÉAUMUR sich anschloss, dessen grosse Autorität sie auch in weiteren Kreisen verbreitete. Diese durchaus verfehlte Ansicht stützt sich auf falsche Folgerungen, welche offenbar aus der Entwickelungsgeschichte theils der Mücken, theils der Essigfliege (Drosophila) gezogen waren; die im Wasser lebenden Larven der Ersteren wurden nämlich zu jener Zeit selbst von Naturforschern mit den Protisten, die Letzteren aber mit den bis zum Auftreten EHRENBERG's allgemein für Infusorien gehaltenen Anguilluliden verwechselt. Gegen diese Auffassung richten sich die folgenden Worte O. FR. MÜLLER's: «(Infusoria) insectorum more metamorphosin subire, nullo nititur fundamento; vermesque aceti in muscas mutati veræ larvæ sunt ab Anguillulis diversissimi.»[1] Uebrigens wurde das Wort «Insect», selbst noch nach dem Erscheinen des LINNÉ'schen Natursystems, ja man darf sagen im ganzen XVIII. Jahrhundert einem überaus schwankenden Begriffe beigelegt, und selbst von Gelehrten beiläufig mit derselben Willkür angewendet, wie z. B. heute noch der Ausdruck «Wurm» im Volksmunde. Hierin ist die Erklärung zu suchen, warum in den Werken zahlreicher Autoren, wie z. B. des berühmten TREMBLEY, ROESEL, LEDERMÜLLER u. A. die Protisten eben so, wie andere kleine Wasserthiere, Hydren, Ringelwürmer, Rotatorien, Bryozoën und kleine Schnecken, gelegentlich oder consequent Insecten genannt werden, ohne dass diese Gelehrten auch nur entfernt daran gedacht hätten, dass die Protisten und andere kleine Wasserthiere in den Entwickelungskreis der Insecten sensu strictiori gehörten.

Alle in Bezug auf die Protisten im vergangenen Jahrhundert angestellten Forschungen haben nicht einmal zu einer annähernd zufriedenstellenden Kenntniss dieser winzig kleinen Wesen geführt, und naturgemäss konnten sie es auch nicht, so lange die Vergrösserungsapparate nicht wesentlich vervollkommnet waren, bis der chaotische Begriff, welcher sich an die als Infusorien bezeichneten kleinen Organismen knüpfte, nicht wenigstens einigermassen geklärt war und bis die auf dem Gebiete der feineren Anatomie gemachten Entdeckungen den Gesichtskreis der Forscher nicht wesentlich erweitert hatten. All das erfolgte aber erst in der jüngsten Zeit, und so konnte man dem Verständniss der Organisation der Protisten erst in unseren Tagen näher treten, obschon man noch immer weit, zum Theil sogar sehr weit davon entfernt ist, sie in jeder Richtung genügend

[1] Conf. JOHANN KRIESCH, Die Runge'sche Theorie der Pflanzenernährung. Természettudományi Közlöny, Bd. VII., Pest, 1867, S. 147 bis 151 (ungarisch).

[2] Essay de Dioptrique, S. 226 bis 230. Conf. EHRENBERG, S. VIII.

[1] O. F. MÜLLER, S. XVI, n.

zu kennen. Trotzdem wurden aber doch schon im vorigen Jahrhundert zahlreiche werthvolle Daten gesammelt, und dadurch der Weg für die weitere Forschung wirksam vorbereitet; und man wird jenen eifrigen Männern gewiss Anerkennung zollen, die ohne alle Vorarbeiten und, im Vergleich zu den heutigen, mit sehr unvollkommenen Vergrösserungsapparaten, bestrebt waren in die geheimnissvolle Welt der unsichtbaren Wesen einzudringen.

Die Kenntniss der Formen schritt rasch vorwärts, so dass die Hauptformen der in Infusionen lebenden Protisten, wie die *Schyzomyceten*, *Monaden* und *Ciliaten*, von den in Pfützen und im reinen Wasser lebenden aber die *Euglenen*, *Volvox Globator*, die *Vorticellinen* in ihren charakteristischeren Vertretern, dann auch die grünen und blauen *Stentoren* bereits vor Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt waren. Roesel hat im Jahre 1755 den durch seine wunderbaren Formveränderungen binnen Kurzem berühmt gewordenen *Proteus*, d. i. die *Amoeba diffluens*[1] beschrieben und verhältnissmässig sehr gut abgebildet, welchem Gleichen im Jahre 1778 eine kleinere in Infusionen lebende Form anreihte; im Jahre 1777 entdeckte O. Fr. Müller die *Actinosphys Sol* (Trichoda Sol),[2] welche, oder eine derselben nahe stehende andere Form von Joblot bereits im Jahre 1712 war gesehen worden.[3] — Eichhorn aber beschrieb im Jahre 1782 unter dem Namen «*der Stern*» das später durch Ehrenberg zu Ehren seines Entdeckers benannte *Actinosphaerium Eichhornii*.[4] Dies waren die ersten Süsswasser-Rhizopoden, deren Kenntniss erst spätere Entdeckungen förderten. — Unter den im Meere lebenden Rhizopoden haben die im Sande des Meeresstrandes in kolossalen Mengen vorkommenden leeren Schalen der Foraminiferen die Aufmerksamkeit der Naturforscher wohl schon sehr früh auf sich gezogen; so hat Breyn bereits 1732, Plancus 1739, Ledermüller 1761 [5] mehrere Formen beschrieben, der Letztere sogar sehr nette Abbildungen geliefert; da jedoch die Insassen der Schalen von Niemand genauer untersucht wurden, hielt man sie allgemein für kleine Schnecken, d'Orbigny hielt sie sogar noch im Jahre 1826 für Kephalopoden, und erst im Jahre 1835 machte Dujardin die wichtige Entdeckung, dass das in der Schale wohnende winzige Wesen aus einer contractilen, lebendigen, schleimigen Substanz, der Sarcode bestehe, in welcher keine Organe differenzirt sind, und hierauf die für die Kenntniss der Protisten so hochwichtige Sarcode-Lehre gründete. Allmälig wurden so viele Formen von Protisten bekannt, dass O. Fr. Müller in seinem im Jahre 1786 erschienenen Werke 378, zum Theil bereits von Anderen beschriebene, zum Theil während einer vieljährigen Forscherthätigkeit von ihm selbst entdeckte Arten beschreiben konnte, wovon jedoch etwa ein Vierttheil nicht zu den im heutigen Sinn genommenen Protisten gehört.

Die Kenntniss der Organisation der Protisten blieb weit hinter der der Formen zurück, und da die Gruppe der Infusionsthierchen aus einem Gemenge der verschiedensten kleinen Organismen bestand, konnte schon in Folge dieses einen Umstandes keine richtige und einheitliche Auffassung der echten Protisten zur Entwickelung gelangen.

Die Controverse bezüglich der hochdifferenzirten oder einfachen Organisation der Protisten, welche in unserem Jahrhundert in den Ansichten von Ehrenberg und Dujardin bis zum schärfsten Gegensatz sich zuspitzte, und deren Nachwellen in der Frage der Ein- oder Vielzelligkeit bis auf unsere Tage heranreichen, nahm ihren Anfang bereits in der ersten Periode unserer Kenntniss der Protisten. Dass die lebenden Wesen von sehr einfachen Organismen ausgehen, wurde schon von den Philosophen des Alterthums behauptet, und nach der Aristotel'schen Ansicht stünden auf der untersten Stufe der Reihenfolge lebender Wesen einfache Skizzen (περιγραφαι); als solche einfache Skizzen wurden von Buffon und Needham die Leeuwenhoek'schen Thierchen, dann von anderen tiefer denkenden Naturforschern, wie Linné, Pallas, und später, nach der Müller'schen Zeit, von Gruithuisen, Lamarck, Cuvier und Dujardin auch die Infusionsthierchen im engeren Sinne betrachtet. Die Mehrzahl der Forscher ging jedoch von falschen Analogien aus, vermuthete und suchte eine hohe Organisation; und die mit grossem Enthusiasmus aufgenommenen Untersuchungen Ehrenberg's verhalfen dieser Ansicht später auch zum zeitweiligen Siege.

[1] Der kleine Proteus. Insectenbelustigungen. III. S. 621. Taf. 101. A, W.

[2] 164.

[3] 64. t. 7. f. 15.

[4] Beitr. zur Kenntniss d. kleinsten Wasserthiere. Zugabe p. 15.

[5] I. 8. t. IV, und 15. t. VIII.

O. Fr. Müller theilt die Infusorien auf Grundlage ihrer Organisation in zwei Gruppen: in die erste *(Infusoria sensu strictiori)* reihet er diejenigen, welche aller unterscheidbaren Organe entbehren; der zweiten Gruppe *(Bullaria)* gehören hingegen die mit äusseren und inneren Organen Versehenen an.[1]

Unter den äusseren Organen sind hauptsächlich die Cilien zu verstehen, von denen die stärkeren, insbesondere die Haken und Borsten der *Oxytrichinen* schon frühzeitig die Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Man findet schon bei Leeuwenhoek ein Infusionsthierchen, offenbar eine *Stylonichia-* oder *Oxytricha-Art* erwähnt, welches mit Hilfe zahlreicher Füsse schwamm und kroch.[2] Auch das Peristom der *Oxytrichinen* und *Stentoren* wurde im Grossen und Ganzen früh erkannt, nicht minder das Wirbelorgan der *Vorticellinen*. Bei schwacher Vergrösserung sind wohl diese Organe selbst nicht, sondern blos die von ihnen erzeugten Wirbel zu sehen, und aus diesen Wirbeln wurde auf die Anwesenheit von Organen geschlossen, welche, denjenigen der Rotatorien entsprechend, die Nahrung in den Mund strudeln. Diese durch unsichtbare Organe erzeugten Wirbel führten zum Theil zu ganz abenteuerlichen Ansichten; so wurde von Wrisberg behauptet, dass gewisse *Polypen* (d. h. *Vorticellinen*) mit aufgesperrtem Maule auf ihre aus kleineren Thierchen bestehende Beute lauern, welche durch einen eigenthümlichen Trieb in die den Polypen umkreisende Charybde gelenkt und in die Tiefe gerissen wird.[3] An einer anderen Stelle liefert er folgendes mit poetischer Phantasie entworfene Bild: «Varium vidimus animalium gregem: *a)* Minima sunt rotunda fere, ad magnitudinem seminis papaveris accedentia, copiosissima, quæ nihil aliud sunt, quam parvæ moleculæ in omne infuso consvetæ, vivificatæ, et in motum constitutæ. Hæc procul dubio reliquis nutrimento sunt, nam præcipue ambiunt animalcula maiora, imprimisque polypos, a quibus avido consummuntur gutture. Singularem vidi motum, dum infelices morti hac traduntur victimae. In distantia enim ab orificio polypi aliquot linearum celerrimum agitantur in motum rotatorium, sub quo momentaneo cursu a polypo quasi attrahuntur, et in os eiusdem incidunt. Eodem fere modo prouti sciurum legimus, animadversa ad radices arboris, cui insidet, procumbente vipera caudisona, quæque illum radiantibus oculis rictuque hiante, felis instar murem, contemplatur, consternatum arborem circumcursare, effugia, quærere, tandemque vero velut fascinatum in os angvinis insilire.»[1]

Die feineren Cilien und Geisseln, welche selbst mit stark vergrössernden und scharfe Bilder liefernden Linsen nur dem geübten Auge erkennbar sind, wurden von wenigen älteren Forschern bei einigen Protisten gesehen; deshalb konnte ihr häufiges Vorkommen erst durch die Forscher der Neuzeit constatirt werden. Die Locomotion der flinken Flagellaten und der kleineren Ciliaten schien geradezu räthselhaft und lieferte den Stoff zu verschiedenen sterilen Speculationen; so erklärte z. B. Roesel die Bewegungen des *Volvox Globator* dadurch, dass aus dem Inneren der Kugel in der Richtung je nach dem Willen der Protisten durch feine Röhrchen unsichtbare Wasserstrahlen hervor gespritzt werden, deren Rückstoss dieselben wie ein Segner'sches Rad in rotirende Bewegung versetzt.

Bezüglich der von Müller erwähnten inneren Organe ist hervorzuheben, dass darunter zumeist nur der leicht erkennbare Darm und Eierstock der Rotatorien zu verstehen ist; bei den eigentlichen Protisten besteht das Innere nach Müller aus einer körnigen, schleimigen Substanz (*materia mucida, mera gelatina*), d. i., wie man heute sagen würde, aus Protoplasma, welches leicht zerfliesst und in Moleküle zerfällt. Die im verflüssigten Protoplasma der Protisten angetroffenen Körnchen wurden von Gleichen[2] und später auch von Ehrenberg für Eier gehalten; derselben Ansicht begegnet man später noch einmal bei Perty, dessen *Blastien* auch nichts anderes sind, als die im Protoplasma der Protisten vorkommenden verschiedenartigen körnigen Einschlüsse.

Die Mundöffnung der Ciliaten war bereits den ältesten Forschern bekannt; so beschreibt Joblot bereits im Jahre 1716, wie in einer Pfeffer-Infusion die kleine *Kolpoda Cucullus* (cornemuses) von den grossen *Oxytrichen* (araignées aquatiques) verschlungen wurde;[3] Trembley sah sie bei den *Vorticellinen* und beim *Stentor*; Spallanzani unterschied sie sehr

[1] S. VIII.
[2] S. 277.
[3] S. 52.

[1] S. 63.
[2] S. 180.
[3] 2-e partie du tome I., 14.

gut bei den *Vorticellinen* und bei *Paramecium Aurelia*; GLEICHEN erkannte sie auch bei verschiedenen anderen Ciliaten, insbesondere bei *Kolpoda*, und bei *Glaucoma scintillans* unterschied er sogar die undulirende Membran am Saume der Mundöffnung,[1] sowie auch die Afteröffnung mehrerer Ciliaten. Der letztgenannte Forscher kam, um die inneren Organe der Infusionsthierchen deutlicher hervortreten zu lassen, schon im Jahre 1781 auf den Gedanken, ihren vermutheten Darmkanal mit farbiger Nahrung zu tingiren. Zu diesem Zweck setzte er den Infusionen fein zertheiltes Carmin oder Indigo zu, welches von den Infusorien in der That hastig verschlungen wurde; darauf erschienen im Inneren der Thierchen rothe (oder blaue) Kügelchen, welche nach einer gewissen Zeit durch den After entleert, und von GLEICHEN für Eier gehalten wurden.[2] Dieses GLEICHEN-sche Experiment sollte für das Verständniss der Organisation der Protisten in der Zukunft verhängnissvoll werden, indem EHRENBERG durch Anwendung derselben Methode zur Folgerung gelangte, dass die im Protoplasma auftretenden Vacuolen, welche sich mit den einverleibten Carmin-, Indigo- oder anderen Farbstoff-Körnchen füllen, den Beeren einer Traube ähnlich an einem Darmrohr hängende echte Mägen sind, weshalb er den Infusionsthierchen einen polygastrischen Apparat zuschrieb. Die Consequenzen der Annahme dieses complicirten polygastrischen Verdauungs-Apparates führten zu den übrigen irrigen Ansichten EHRENBERG's und verwickelten ihn in ein ganzes Labyrinth von Irrthümern.

Eigenthümlich, aber für die naiven physiologischen Ansichten jener Zeit überaus charakteristisch ist die Auffasung O. FR. MÜLLER's, wonach die Infusorien von reinem Wasser leben und überhaupt keine festen Nährstoffe aufnehmen; übrigens sollen nach MÜLLER die Naiden, Hydrachniden, Entomostraken und die Flusswasser-Muscheln auch nur von Wasser leben.[3]

Die charakteristischesten Organe der Protisten, nämlich die Kerngebilde und die pulsirenden Vacuolen sind zwar der Aufmerksamkeit der ersten Forscher nicht ganz entgangen, doch wurde den diesbezüglichen vereinzelten Beobachtungen keine weitere Bedeutung zugeschrieben, weshalb es auch nicht zur vollen Würdigung dieser Organe kam. Der bandförmige Kern einzelner *Vorticellinen* wurde schon von ROESEL und LEDERMÜLLER unterschieden;[1] ebenso waren MÜLLER die bandförmigen Kerne der *Vaginicolen* und *Cothurnien* sowie zahlreicher anderer Ciliaten bekannt und wurden von ihm *Knötchen (noduli), durchsichtige Punkte oder hyaline Kügelchen (puncta pellucida, globuli hyalini)* genannt; am genauesten beschrieb er die rosenkranzförmige Kernreihe von *Loxophyllum Meleagris (Kolpoda Meleagris Müll.)*[2] und von *Stentor polymorphus (Vorticella polymorpha Müll.)*,[3] welche er bei *Loxophyllum Meleagris* für ein dem Magen oder dem Darm entsprechendes Organ hält. MÜLLER hat auch die pulsirenden Vacuolen bei zahlreichen Infusorien unterschieden, und bald als *durchsichtigen Kreis* (circulus hyalinus) oder als *runde Oeffnung* (apertura circularis), bald wieder als *durchsichtiges Kügelchen* (globulus pellucidus) beschrieben, häufig jedoch mit den Kerngebilden verwechselt. SPALLANZANI entdeckte zuerst die bei der Entleerung eine Sternform annehmenden beiden pulsirenden Vacuolen bei *Paramecium Aurelia*, und beobachtete deren abwechselndes rhythmisches Pulsiren;[4] er hielt sie für Athmungsorgane. Auch GLEICHEN hat, ganz unabhängig von SPALLANZANI, bei einem anderen Protozoen, welches er «*petit ovale*» nennt und in welchem *Glaucoma scintillans* zu erkennen ist, die Vacuole und deren Pulsiren entdeckt, und trägt seine Entdeckung mit folgenden Worten vor: «Hier sah ich etwas ganz Neues, die mit *a*[5] bezeichnete Blase (bulle) zog sich mehr als zehnmal nach einander zusammen und dehnte sich wieder aus; ob es wohl das Herz des Thierchens ist? darauf könnte ich keine Antwort geben . . . ».[6] EHRENBERG gebührt das Verdienst, das allgemeine Vorkommen der Kerngebilde und der pulsirenden Vacuolen nachgewiesen zu haben, obgleich er die physiologische Aufgabe der beiden Organe gründlich missverstanden hat.

Hinsichtlich der Fortpflanzung verdanken wir den um die Protisten verdienten ersten Forschern manche interessante, zum Theil durch die neuesten

[1] S. 212.
[2] S. 197 bis 199.
[3] S. XII. u. XIII.

[1] LEDERMÜLLER, S. 174. t. 88.
[2] 100. t. XIV. 1 bis 6. und XV. 1 bis 5.
[3] 260 t. XXXVI. 1 bis 13.
[4] LAZZARO SPALLANZANI, Opuscoli di fisica animale e vegetabile. Milano. 1826. p. 224. t. I. f. 18.
[5] t. XXIX. f. 2.
[6] S. 213.

Untersuchungen bestätigte Beobachtung; jedoch sind auch die diesbezüglichen Forschungen durch viele unrichtige Hypothesen entstellt. Zwar genoss die generatio æquivoca, wie bereits erwähnt, noch allgemeinen Glauben, und es erhoben sich dagegen nur vereinzelte Stimmen, wie die von Joblot und Spallanzani, welche behaupteten, dass die in Infusionen rasch überhand nehmenden mikroskopischen Wesen sich aus überall verbreiteten winzigen Eiern entwickeln. Trotz der Hypothese der spontanen Entstehung wurde aber auch die Art der Fortpflanzung einiger Infusorien schon früh erkannt. Abraham Trembley, der mit Recht gefeierte Untersucher der Süsswasser-Polypen gab bereits im Jahre 1745 eine classische Beschreibung über die Theilung der *Vorticellinen* und *Stentoren*, wozu die ergänzenden Details erst in der jüngsten Zeit geliefert werden konnten; Bonnet, Baker, Goeze, Saussure, Spallanzani, Gleichen und O. Fr. Müller beschrieben die Theilung der *Vorticellinen* und zahlreicher anderer Infusionsthierchen.

Spallanzani beobachtete bei einer *Vorticelline* mit starrem Stiele, in welcher ich die *Opercularia coarctata* zu erkennen glaube, eine eigenthümliche Fortpflanzungsart; aus dem unteren Körpertheil dieses Infusionsthierchens sah er ein Knöspchen hervorwachsen, welches später von der Mutter sich lostrennte und dieselbe mit lebhaftem Schwärmen verliess,[1] um sich, nachdem es sich niederliess, zu einem der Mutter ähnlichen Infusionsthier zu entwickeln. Dasselbe wurde im Jahre 1812 von Gruithuisen, später auch von Ehrenberg beobachtet und für Knospenbildung angesehen, wofür man es auch bis in die neueste Zeit hielt, bis von Stein nachgewiesen wurde, dass diese scheinbare Knospenbildung einer Art Conjugation, der sogenannten *knospenförmigen Conjugation* entspricht. Wer diese interessante Conjugation der *Vorticellinen* je beobachtet hat, wird nach Spallanzani's roher, aber charakteristischer Abbildung leicht erkennen, dass es in der That eine knospenförmige Conjugation war, was dieser Forscher sah, jedoch ganz falsch auslegte.

Die Kenntniss der paarweisen Vereinigung (*Conjugatio, Coitus*) der freibeweglichen Infusorien ist so alt, als die Kenntniss der Thierchen selbst; dieser interessante Vorgang wurde bereits von Leeuwenhoek, Joblot, Wrisberg und Gleichen beobachtet und von den beiden Letzteren auch ausführlich beschrieben; nachdem jedoch die Conjugation von Müller für eine Längstheilung angesehen,* und diese Ansicht auch von Ehrenberg getheilt wurde, gelangte die Auffassung zur allgemeinen Verbreitung, dass die Infusorien sich durch Quer- und Längstheilung fortpflanzen, und erst in der allerjüngsten Zeit wurde es, Dank der Initiative Balbiani's, bewiesen, dass die der Länge nach aneinander liegenden Infusionsthierchen nicht in Theilung begriffen, sondern zu einer eigenartigen Paarung vereinigt sind, wie das von denältesten Forschern war behauptet worden.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung von *Volvox Globator*, bei welchem das Ausschwärmen der Tochterkolonien aus der bis auf Ehrenberg für ein einziges Thier gehaltenen Mutterkolonie schon von Leeuwenhoek und nach ihm von zahlreichen ande-

[1] Op. cit., 169., t. I., f. IX.

* Eigentlich scheint Müller mit sich selbst im Widerspruch zu stehen, indem er im Vorwort zu seinem grossen Werke (S. XI) die der Länge nach conjugirten Infusionsthierchen entschieden für in Theilung begriffen erklärt und gegen die Auffassung warnt, als ob dieses paarweise Zusammenhängen als Conjugation zu betrachten wäre; bei der Beschreibung von *Paramecium Aurelia* (S. 88) gelangt er nämlich, nach ausführlicher Darstellung seiner auf die paarig conjugirten *Paramecien* bezüglichen Beobachtungen, entschieden zu der, seinen übrigen Ansichten widersprechenden Meinung, dass diese Vereinigung eine wahrhaftige Paarung sei: «Vera dehinc copula est, Aureliæque maturæ, et ante plenam magnitudinem, Veneri litare amant.» Der Widerspruch findet in der Genese der vom Jahre 1786 datirten grossen Müller'schen Monographie seine Erklärung. Dieses wichtige Werk ist nämlich nur eine auf neuere Untersuchungen gegründete, wesentlich bereicherte Umarbeitung jener systematischen Bearbeitung der Protisten, welche Müller in seinem aus dem Jahre 1773 datirten und die Naturgeschichte sämmtlicher Erd- und Süsswasserwürmer behandelnden Werke geliefert hat, und welche Umarbeitung Müller, wegen seines im Jahre 1784 erfolgten Todes nicht selbst für den Druck vorbereiten konnte; sie wurde aus zerstreuten Manuscripten durch seinen Freund Fabricius zusammengestellt, der das Vorwort zur ersten Auflage — woran Müller die, infolge der auf die neueren 11 Jahre sich erstreckenden Untersuchungen nothwendig gewordenen Abänderungen, mit Ausnahme einiger unwesentlicher Streichungen, noch nicht vorgenommen hatte — in das neue Werk unverändert übernahm, ohne zu berücksichtigen, dass die Umarbeitung von *Paramecium* von dem in der ersten Auflage gebotenen wesentlich verschieden ist. Auf diese Weise kam der scheinbare Widerspruch zu Stande, welcher in der ersten Auflage nicht vorkommt.

ren Forschern war beobachtet worden, führte zu der Ansicht, dass ein Theil der Protisten vivipar sei.*

Gleichen giebt eine kurze Beschreibung über zwei interessante Fälle des Lebendiggebärens bei *Vorticella microstoma* und bei einem nicht näher bestimmbaren anderen Ciliaten. In beiden Fällen kamen aus dem Inneren des Mutterthierchens kugelige Embryonen hervor, und verliessen die *Vorticella* mit ziemlich lebhaften Bewegungen; bei dem anderen Thier schienen sie jedoch mit diesem durch starre Fäden verbunden zu bleiben.[1] Trotz der kurzen Beschreibung und der lückenhaften Untersuchung fällt es nicht schwer, in diesen lebend geborenen jungen Infusionsthierchen sogenannte *acinetenförmige Embryonen* zu erkennen, welche in neuerer Zeit so vielfach beobachtet und so verschieden gedeutet wurden.

Dass sich die Protisten auch durch Eier fortpflanzen, wurde von Niemand bezweifelt; die grossen Eier der mit den eigentlichen Protisten verwechselten Rotatorien waren gar bald entdeckt; so lieferte schon Joblot sehr treue Abbildungen von einem seine Eier schleppenden *Brachionus* («des grenades aquatiques, couronnées et barbuës»).[2] Im Wege der Analogie musste auf das Vorhandensein von Eiern auch bei den übrigen Protisten gefolgert werden, und in der That wurden die verschiedenartigsten Einschlüsse des leicht zerfliessenden Protoplasma für Eier gehalten. Gleichen hielt sogar die mit Karmin gefüllten Verdauungsvacuolen, sowie auch die Entleerungen für Eier und meinte, dass manche Infusorien ihre Eier, wie die Frösche, in Strängen absetzen; ja den Stiel der *Vorticellen* erklärte er sogar für ein Legerohr.

* Wie bekannt, lassen sich im Inneren der Tochterkolonien von *Volvox Globator* die grossen Mutterzellen der Enkelkolonien schon bei schwacher Vergrösserung sehr gut unterscheiden; sie wurden auch schon von den ersten Beobachtern bei *Volvox Globator* unterschieden. Diese vielbewunderte Entdeckung verleitete Bonnet, die sogenannte Einschachtelungstheorie (théorie d'emboitement) aufzustellen, welche im Wesentlichen behauptet, dass bei sämmtlichen Thieren im Inneren der Mutter, wie beim *Volvox Globator*, die Nachkommen bereits in vollständig entwickeltem Zustande vorhanden sind, und dass eine endlose Reihe von, ihrer Kleinheit halber unsichtbaren Generationen gewissermassen in einander eingeschachtelt ist, welche, nachdem sie eine gewisse Grösse erreicht, den mütterlichen Leib der Reihe nach verlassen. Wie abenteuerlich auch diese Theorie dem in der von Wolff begründeten modernen Embryologie Bewanderten erscheinen mag, so wurde sie doch auch von Albrecht Haller, dem grössten Physiologen des vorigen Jahrhundertes acceptirt, ja selbst Cuvier hielt — wie Milne-Edwards bemerkt — unter den zahlreichen embryologischen Hypothesen diese für die wahrscheinlichste. Leçons sur la Physiologie etc., VIII., 247.)

[1] S. 217 u. 218.

[2] 68. T. 9.

Die Auffassung der ersten Forscher über die Entstehung und Fortpflanzung der Protisten lässt sich mithin im Folgenden zusammenfassen: die Protisten entstehen durch Generatio aequivoca, vermehren sich durch Theilung, Knospenbildung und durch Eier; manche von ihnen sind vivipar. Diejenigen Forscher, welche von den der Länge nach an einander liegenden, das heisst in Conjugation befindlichen Infusionsthierchen meinten, sie seien in Theilung begriffen, mussten die Protisten folgerichtig für hermaphroditisch ansehen; diese auch von Ehrenberg getheilte Ansicht wurde meines Wissens zuerst von Spallanzani bestimmt ausgesprochen: «Piu animali infusori sono ovipari; alcuni vivipari: tutti nel senso piu stretto ermaproditi».[1]

Bevor Linné die binäre Nomenclatur begründet hatte und diese in den beschreibenden Naturwissenschaften zum allgemeinen Gebrauch gelangt war, wurden die einzelnen Formen der Protisten entweder einfach umschrieben oder mit willkürlich erwählten und das Ohr des modernen Systematikers verletzenden Namen belegt; wie z. B.: bei Joblot: *Cornemuse (= Kolpoda Cucullus), Ovale (= Glaucoma scintillans), Poule hupée (= conjugirte Oxytrichine), Navette de Tisseraud (= Oxytricha sp.)* etc.; bei Trembley: *Polypes à bouquet* (= Colonieen bildende *Vorticellinen), Polype en entonnoir (= Stentor polymorphus);* bei Gleichen: *Jeu de nature, trembleur, petit trait (= Monas), flamme, informe (= Amoeba), pantoufle (= Paramecium Aurelia), pendeloque (= Kolpoda Cucullus), cloche (= Vorticella);* bei Eichhorn: *Baum (= Carchesium polypinum), Wasser-Schwan (= Lacrymaria Olor), Trompeten-Thier* und *Wasser-Krucken (= Stentor), Mauer-Seege (= Stylonychia Mytilus), Stern (= Actinosphaerium Eichhornii)* etc.

Hill war der Erste, der im Jahre 1751 die Protisten, von denen bis dahin bereits etwa 50 Arten bekannt waren, zuerst in ein System zusammenfasste.

[1] Op. cit., S. 195.

Er betrachtete die Thierchen (animalcula), unter welcher Bezeichnung er Protisten, Samenfäden, Rotatorien und mehrere andere kleine Thierchen verstand, als Vertreter einer eigenen Thierclasse und unterschied sie in drei Gruppen: 1. Gliederlose, *Gymnica*, 2. Geschwänzte, *Cercaria* und 3. mit Gliedern versehene, *Arthronia*. In der im Jahre 1758 erschienenen X. Auflage der Systema Naturæ sind bei LINNÉ in die den Schlussstein des Thierreiches bildende Ordnung der *Zoophyten* zum ersten Mal auch einige Protisten aufgenommen, nämlich 8 *Vorticellinen*, von welchen er — TREMBLEY, RÉAUMUR und ROESEL, sowie überhaupt die damalige Auffassung befolgend — 7 mit der Genus *Hydra* vereinigte, eine aber, nämlich *Carchesium polypinum*, in die Ordnung *Sertularia* aufnahm; gleichfalls mit der *Hydra* vereinigte er auch den von den Untersuchungen BAKER's, ROESEL's, insbesondere aber TREMBLEY's her bekannten *Stentor polymorphus*; ausserdem fand auch *Volvox Globator* eine Aufnahme; alle übrigen Protisten fasste er hingegen mit einem, die damaligen verwirrten Begriffe vorzüglich charakterisirenden genialen Ausdruck als *Volvox Chaos* zusammen. In der XII. Auflage des Systema Naturæ (1767) sind die *Vorticellinen*, welche sich nach LINNÉ von den *Hydraarten* durch den beim Entfalten ihrer blumenförmigen Glocken im Wasser erzeugten Strudel unterscheiden, von dem Genus *Hydra* — wo blos *Stentor polymorphus (Hydra Stentorea L.)* belassen ist — bereits geschieden und in ein neues Genus zusammengefasst, von dessen 14 Arten jedoch nur 9 den *Vorticellinen* angehören (die Repräsentanten der heutigen Genera: *Vorticella, Zoothamnion, Carchesium, Epistylis* und *Operculina)*; hingegen gehört *Vorticella Encrinus (= Pentacrinus Caput Medusae)* den Crinoideen, *Vorticella urceolaris (= Brachionus urceolaris)* den Rotatorien, und *Vorticella stellata* offenbar den Hydroiden an; endlich ist die *Vorticella ovifera* ein aus der Beschreibung ganz unerkennbarer Tiefseeorganismus (vielleicht auch eine Crinoidee). In das Genus *Volvox* sind nebst dem *Volvox Globator* auch zwei Ctenophoren, nämlich *Volvox Beroë (= Beroë ovata)* und *Volvox bicaudata (= Cydippe Pileus)* aufgenommen, ferner unter dem Namen *Volvox dimidiatus* ein am Schwanze von Froschlarven und Tritonen häufig vorkommender Parasit, welcher unzweifelhaft das peritriche Infusionsthierchen *Trichodina Pediculus* ist. In der XII. Auflage wurde endlich von LINNÉ das *Chaos* zu einem besonderen Genus erhoben: «Dieses letzte Geschlecht, — sagt PH. L. ST. MÜLLER,[1] — enthält solche Geschöpfe, die man durch das Mikroskop mit einer eigenthümlichen Bewegung in verschiedenen Wassern und Feuchtigkeiten herumschwimmen sieht, und von welchen man kaum weiss, was man davon zu halten habe. Der Ritter nennt dieses Geschlecht daher Chaos. Es sei, dass es ihm als ein Chaos der Verwirrung vorkomme, oder als ein Urstoff, woraus fernere Bildungen entstehen.» Zu diesem Genus *Chaos* zählt LINNÉ die folgenden Arten: 1. *Chaos redivivum (= Anguillula aceti et Anguillula tritici)*, 2. *Chaos Proteus (= Amoeba diffluens)*, 3. *Chaos fungorum*, unter welchem Namen die vom Baron MÜNCHHAUSEN in Pilz-Infusionen gezüchteten Monaden zu verstehen sind, welche von MÜNCHHAUSEN für animalisch belebte Pilzsamen gehalten wurden: «Der Ritter macht hierauf diese Anmerkung: dass, gleichwie die Thierpflanzen durch Veränderung aus dem Pflanzenreich in das Thierreich übergehen, also gehen die Schwämme aus dem Thierreiche in das Pflanzenreich über».[2] JOHANN KARL ROOS, ein Schüler LINNÉ's, ergeht sich in einer unter dem Vorsitz seines berühmten Lehrers vorgetragenen Inaugural-Disertation, bei der Besprechung der MÜNCHHAUSEN'schen Beobachtungen in folgenden Ausruf: «*Quaestio jam oritur, utrum fungi ad vegetabilia, an vero ad animalia referri debeant? vel etiam an novum formare debeat regnum naturae, quod neutrum, seu chaoticum vocetur?*».[3] 4. *Chaos Ustilago*, der Kornbrand: «Dieses Pulver, etliche Zeit im warmen Wasser geweicht, verändert sich, nach des Herrn von MÜNCHHAUSEN Wahrnehmungen, in längliche durchsichtige Thierchen, die wie die Frösche im Wasser spielen, wenn man sie mit dem Vergrösserungsglase betrachtet.»[4] Endlich 5. *Chaos infusorium*, worunter alle übrigen Protisten zu verstehen sind und welchem LINNÉ, wie bereits oben erwähnt, auch noch gewisse Krankheiten, Gährung und Fäulniss erzeugende hypothetische Wesen zuzählte.

Dieser im chaotischen Nebel verschwimmende erste systematische Versuch ward von dem bereits oft erwähnten dänischen Gelehrten OTTO FRIEDRICH MÜLLER durch die, auf ein länger denn 20 Jahre fort-

[1] Op. cit., VI, 917.

[2] Op. cit., S. 921.

[3] J. C. Roos. Dissertatio academica Mundum invisibilem breviter delineatura. Upsaliæ 1767, S. 12.

[4] Op. cit., S. 922.

gesetztes Studium der Protisten gestützten, systematischen Bearbeitungen weit überflügelt. Der *wahre Linné* war für die Protisten nicht LINNÉ selbst, sondern O. FR. MÜLLER. «Wenn man erwägt, — sagt STEIN,[1] — auf wie wenig brauchbare Vorarbeiten sich MÜLLER stützen konnte, und wie unvollkommen die Instrumente waren, mit denen er beobachtete, so müssen wir seine Leistungen sehr hoch anschlagen. MÜLLER war jedenfalls der erste epochemachende Schriftsteller auf dem Gebiete der Infusorienkunde, ihm verdanken wir die Fundamente, auf welchen das ganze neuere Gebäude dieser zoologischen Disciplin beruht Eine Einsicht in die wahre Natur der Infusionsthiere konnte natürlich mit den damaligen optischen Hilfsmitteln nicht erreicht werden; daher sind alle Anschauungen MÜLLER's über die eigentliche Organisation, die Ernährung, Fortpflanzung und Entwickelung dieser Thiere höchst ungenügend und grossentheils irrig.»

Nachdem sich mir bereits im Obigen Gelegenheit bot, die Ansichten MÜLLER's über die Organisations- und Fortpflanzungs-Verhältnisse der Protisten zu besprechen, kann ich mich hier auf das MÜLLER'sche System beschränken.

Wie bekannt, hatte LINNÉ — offenbar der vulgären Auffassung folgend — alle wirbellosen Thiere, welche keine Arthropoden, oder nach LINNÉ keine Insecten sind, in die VI. Classe seines Systems, zu den Würmern (Vermes) gezählt, in eine Classe also, welche unzweifelhaft selbst heute noch aus einem bunten Gemisch solcher Thiere besteht, von welchen manche blos durch negative Merkmale mit einander verbunden sind.* Auch MÜLLER theilte, LINNÉ folgend, die Infusionsthierchen in die Classe der Würmer, als eine besondere Ordnung der Letzteren ein; er umschrieb sie zwar etwas genauer als seine Zeitgenossen, trotzdem nahm er aber nebst einzelnen Diatomeen und Desmidiaceen, nebst den Volvocineen und anderen Flagellaten, Schizomyceten, Rhizopoden und Ciliaten auch Rotatorien, Cercarien und Anguilluliden, ja sogar eine junge Bryozoë (*Leucophra heteroclyta* = *Crystatella Mucedo*) unter seine Infusionsthierchen auf, welche er, nach ihrer Organisation, in zwei Gruppen eintheilte: 1. in *Infusorien* (sensu strictiori), Thierchen, welche selbst mit bewaffnetem Auge überaus klein erscheinen und den im männlichen Samen lebenden zunächst verwandt sind, mit homogenem, schleimigem Körper, und ohne irgend ein unterscheidbares Organ; 2. in *Bullarien,* gleichfalls zum grössten Theil mikroskopische, nach Geschlechtern getrennte, mit äusseren und inneren Organen versehene Wasserthierchen.[1] In der ersten Gruppe unterschied er 10 Genera (Crassiuscula: *Monas, Proteus, Volvox, Enchelis, Vibrio;* Membranacea: *Cyclidium, Paramecium, Kolpoda, Gonium, Bursaria),* in der zweiten 7 (Nuda: *Cercaria, Trichoda, Kerona, Himantopus, Leucophora, Vorticella;*[2] Testa tecta: *Brachionus):* insgesammt also 17 Genera mit 378 Species. Unter sämmtlichen Geschlechtern entspricht blos das letzte, *Brachionus,* welches ausschliesslich Rotatorien umfasst, einer natürlichen Gruppe und aus einer flüchtigen Bemerkung, wonach *Brachionus* der vollkommenste Vertreter der *Bullarien* wäre,[3] lässt sich folgern, dass schon MÜLLER geneigt war die verhältnissmässig hoch organisirten Rotatorien von den Infusorien im engeren Sinn ganz auszuscheiden, woran ihn vielleicht nur der, vor beendigter gänzlicher Umarbeitung seines Werkes eingetretene Tod verhinderte. Dagegen bestehen alle übrigen Genera bei MÜLLER mehr-weniger aus einem bunten Gemisch heterogener Elemente; so sind z. B. in seinem Genus *Vibrio: Schizomyceten, Diatomeen,* ein Vertreter der *Desmidiaceen (Vibrio Lunula = Closterium Lunula)* und *Anguilluliden* mit zahlreichen *Enchelinen* und *Trachelinen* vereinigt.

Was jedoch dem Werke MÜLLER's die hohe Wichtigkeit für die Kenntnisse über die Protisten verlieh, besteht, meines Erachtens, in der, so weit es seine Mikroskope gestatteten, genauen und eingehenden, sowie von aller Phantasie freien, nüchternen und gewissenhaften Beschreibung zahlreicher Formen. — «*Nihil facilius, quam animalcula videre, eorumque motu et ludo delectari, differentias vero in bestiolis simplicissimis, agilissimis, mutabilibus, in area mi-*

[1] STEIN, I. 2.

* Unleugbar ist auch die heutige Umschreibung des Typus Vermes nicht präciser als die MÜLLER'sche: «Vermis omne animans, quod nec inter Mammalia, Aves, Amphibia, Pisces, nec inter Insecta locum obtinet.» (Vermium etc. historia. Havniæ et Lipsiæ. 1773. Vol. imi pars ima. Præfatio.)

[1] Op. cit., S. VII.

[2] Ib., S. XXVI.

[3] Ib., S. 333.

nimi campi paucissimis luminis radiis illustrati conspectum omni momento effugientibus, percipere, perceptas variosque cujusvis motus verbis significantibus exprimere, hic labor, hoc opus.»[1] Die Lösung dieser schwierigen Aufgabe ist MÜLLER in seiner mustergiltigen Monographie meisterhaft gelungen; der Werth und die Brauchbarkeit derselben wird aber durch die von seinem Bruder C. F. MÜLLER gezeichneten und gestochenen sehr rein ausgeführten 50 brillanten Tafeln noch besonders erhöht, da hier von den beschriebenen Thierchen alldas mit seltener Naturtreue wiedergegeben ist, was MÜLLER gesehen hat und — gewiss nicht sein letztes Verdienst — nie mehr, als er mit dem Mikroskop sehen konnte.

Das MÜLLER'sche Werk bildet in der That einen würdigen Abschluss des ersten Jahrhunderts, welches seit der Entdeckung der Protisten abgelaufen war. Die zum grossen Theil ohne jeglichen Plan, gelegentlich gesammelten und durch phantastische Speculationen entstellten, fragmentarischen Daten, welche die Zeit vor dem Auftreten MÜLLER's charakterisiren, konnten weder den die Organismen nach allen Richtungen hin studirenden Biologen, noch aber den zu jener Zeit in überwiegender Zahl dominirenden einseitigen Pflegern der Naturwissenschaften genügen, welche den Zweck des bahnbrechenden LINNÉ'schen Werkes ganz und gar verkennend, die einzige Aufgabe der Wissenschaft in der Registrirung der Kennzeichen der einzelnen Formen, in der Abfassung von beschreibenden Catalogen suchten. In der MÜLLER'schen Arbeit wird sowohl der Biologe, als auch der Systematiker jene Grundlage erkennen, welche den weiteren Aufbau ermöglichte, und 50 Jahre lang bis zum Auftreten EHRENBERG's blieb es auch das einzige Fundamentalwerk, dessen systematischer Theil, durch GMELIN in die XIII. Auflage des LINNÉ'schen Natursystem's (1788) und von hier aus in zahlreiche Handbücher übertragen, gar bald in die weitesten Kreise Eingang fand.

In der von MÜLLER bis EHRENBERG verstrichenen Zeit wurden die bekannten Formen durch mehrere Forscher bereichert, unter welchen der erste Platz unstreitig FRANZ P. SCHRANCK, dem Professor der Universität zu Landshut, gebührt, der in seinem die Fauna Baierns behandelnden Werke[2] die genauen Beschreibungen von zahlreichen neuen Formen lieferte. Viel wichtiger jedoch, als seine auf die Vermehrung der bekannten Formen gerichteten Bestrebungen, sind diejenigen, welche den Werth der Organisation der Protisten aufzuklären trachteten und hierdurch einer naturgemässeren Gruppirung der unter dem Sammelnamen der «*Infusorien*» zusammengefassten Organismen den Pfad ebneten.

MÜLLER selbst legte bei der Umschreibung der Infusorien-Gruppen — gleich seinen Vorgängern und Nachfolgern — das Hauptgewicht auf die Form und Grösse, und war in Folge dessen gezwungen die aus einer homogenen schleimigen Substanz bestehenden, im engeren Sinne genommenen Infusionsthierchen mit den differenzirte Organe besitzenden Bullarien zusammenzufassen. Dieser Grundfehler, welcher in seinen Folgen für das Verständniss der Organisation der Protisten so verhängnissvoll wurde, auch die Auffassung EHRENBERG's wesentlich beeinflusste und ihn in ein wahres Labyrinth irriger Ansichten verwickelte, wurde durch die tiefe Einsicht eines LAMARCK zuerst erkannt, der bereits im Jahre 1809 in seiner «Philosophie Zoologique»[1] die Bullarien von den Infusorien trennte und unter dem Namen «*Polypes ciliés*» in die Classe der Polypen, d. h. mit den Bryozoen neben die heutiges Tages zu den Coelenteraten gezählten Anthozoen und Hydroiden einreihete. In derselben Weise von den Infusorien getrennt treffen wir die Bullarien auch in dem hochwichtigen Werke LAMARCK's über die wirbellosen Thiere an.[2] Wie aber die MÜLLER'schen Bullarien, so bilden auch die LAMARCK'schen «Polypes ciliés» keine natürliche Gruppe, indem hier nebst den Rotatorien auch sämmtliche damals bekannten peritrichen Infusorien, ferner die *Stentorinen* und *Bursarien* in dieselbe Gruppe gereiht sind. Trotz alledem kommt aber dieser Trennung doch eine hohe Bedeutung zu, weil sie auf der Erkenntniss der wichtigen Thatsache beruht, dass auf der untersten Stufe der Organismen jene einfachen Wesen stehen, welchen die für höhere Thiere charakteristischen Organe abgehen, und dass die Kette der lebenden Wesen, von Glied zu Glied einfacher werdend, schliesslich in Formen ausläuft, in welchen gewissermassen das Ideal der Einfachheit verkörpert ist.

[1] Ib., S. XVIII. u. XIX.

[2] Fauna boica. 1798—1803.

[1] Zoologische Philosophie von Jean Lamarck. Aus dem französischen übers. von ARNOLD LANG. Jena, 1876, S. 149 bis 151.

[2] Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. I. II.

Diese bereits vom grossen ARISTOTELES gelehrte erhabene Naturanschauung, welcher sich auch LINNÉ, PALLAS und noch mehrere gefeierte Naturforscher anschlossen, schien durch die von LAMARCK über die kleinsten Wesen gegebene genauere Umschreibung feste Grundlagen zu erhalten, und zu Anfang unseres Jahrhundertes verbreitete sie sich allgemein, insbesondere nachdem auch GRUITHUISEN, TREVIRANUS, SCHWEIGGER, OKEN und CUVIER ihr beitraten, und nachdem DUTROCHET im Jahre 1812 die relativ hohen Organisationsverhältnisse der Rotatorien gründlicher nachwies. Nach dieser Lehre sind die Infusorien — um die Worte CUVIER's zu gebrauchen [1] — die einfachsten Thiere mit schleimigem Körper, ohne innere Organe und häufig auch ohne Mundöffnung.

BORY DE SAINT-VINCENT, der die Ergebnisse seiner im Laufe von 25 Jahren gesammelten, an Details sehr reichen, aber nicht immer verlässlichen Beobachtungen im Jahre 1826 in den Spalten der «Encyclopédie méthodique» und im «Dictionnaire classique d'histoire naturelle» niederlegte, neigt aufs Neue zur MÜLLER'schen Auffassung hin, und unterscheidet die von ihm als «*Microscopiques*» benannten Wesen (worunter er — mit Ausnahme der Kolonien bildenden *Vorticellinen* und *Monadinen*, sowie der *Diatomeen* — die Infusionsthierchen, Rotatorien, Cercarien und Spermatozoën in demselben Umfang zusammenfasst, wie MÜLLER) in mikroskopische Wesen mit hoher und mit niederer Organisation. Jene werden durch die Rotatorien repräsentirt, die Letzteren durch die übrigen mikroskopischen Wesen. Trotzdem den Letzteren ein scheinbar homogener Körper eigen ist, hält es BARY doch nicht für unmöglich, dass auch sie mit differenzirten, aber wegen der grossen Durchsichtigkeit der Körpersubstanz nicht unterscheidbaren Organen versehen sind. BORY DE SAINT-VINCENT versuchte auch eine ganz selbständige und neue Classification der mikroskopischen Wesen durchzuführen, welcher jedoch heute nur mehr ein historischer Werth zukommt. Diese Classification [1] unterscheidet in 5 Ordnungen (*Gymnodés, Trichodés, Stomoblépharés, Rotifères, Crustodés*) 17 Familien (*Monadaires, Pandorinées, Volvociens, Kolpodinées, Bursariées, Vibrionides, Cercariées, Urodiées, Polytriquées, Mystacinées, Urodées, Urcéolariées, Thikidées, Rotifères, Brachionides, Gymnostomées, Citharoïdées*) und 82 Genera; von den beschriebenen neuen Arten vermögen jedoch nur wenige die Kritik zu bestehen, und die dem «Dictionnaire classique» beigelegten Abbildungen sind zumeist blos Copien der MÜLLER'schen. Wie bereits erwähnt, hat BARY DE SAINT-VINCENT die Kolonien bildenden *Vorticellinen* und *Monadinen* (Anthophysa) sowie die *Diatomeen* unter die als «*Microscopiques*» bezeichneten Wesen nicht eingereiht; er theilte sie vielmehr mit einem Theil der Anthozoën, Hydroideen, Bryozoën, Spongien und Algen in ein eigenes, die beiden organischen Naturreiche verbindendes besonderes Reich, in das *Règne psychodiaire*, ein, auf welches dritte organische Reich wir weiter unten noch zurückzukehren haben werden.

[1] Règne animal. 1817.

[1] Dictionnaire classique d'histoire naturelle. X. S. 533.

ZWEITE PERIODE.

Die Zeit von Ehrenberg und Dujardin.

Im Obigen trachtete ich den Standpunkt möglichst getreu zu schildern, welchen die Kenntniss der Protisten vor jener Zeit einnahm, als CHRISTIAN GOTTFRIED EHRENBERG (1795—1876) seine epochemachende Thätigkeit begann und mit Zuhilfenahme der in neuerer Zeit wesentlich vervollkommneten Vergrösserungsapparate eine lange Reihe von Jahren hindurch an seinem stillen Arbeitstisch zu Berlin, unter dem sengenden Himmel Lybiens, an den öden Gestaden des rothen Meeres und in den rauhen Steppen Sibiriens mit derselben unverzagten Ausdauer an der Erforschung der Mysterien der unsichtbaren Welt arbeitete, deren Ergebnisse in dem im Jahre 1838 unter dem Titel: «*Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur*» erschienenen mit 64 colorirten Foliotafeln illustrirten monumentalen Prachtwerke niedergelegt wurden.

«*Nur genaue Specialkenntniss der zu beobachtenden Körper kann zu Resultaten führen, und diese aus der Natur selbst, nicht aus den Büchern zu entlehnen, ist der nothwendige Plan meiner Beschäftigung mit der Naturgeschichte.*»[1] Treu zu diesem den tiefdenkenden Forscher charakterisirenden und von jedem echten Naturforscher zu beherzigenden Principe, durchforschte EHRENBERG selbständig das ganze Gebiet der Infusionsthierchen und konnte die überraschenden Hauptergebnisse seiner Arbeit bereits im Jahre 1830 der Berliner Akademie vorlegen, 8 Jahre später aber in dem sämmtliche Infusionsthierchen, resp. alle Protisten umfassenden, soeben citirten epocholen Werk in vollem Umfang veröffentlichen.

[1] Flora, Regensburg 1820, S. 535.

Den Schwerpunkt seiner Untersuchungen legte EHRENBERG auf die Organisation der Infusorien. Wie im Obigen bereits ausgeführt wurde, hatten zur Zeit des Auftretens von EHRENBERG die competentesten Naturforscher die unter dem Namen der Infusorien zusammengefassten kleinen Wesen, entsprechend ihrer Organisation, in zwei Gruppen getheilt: in der einen wurden die mit differenzirten Organen versehenen, d. s. die *Rotatorien,* in der anderen hingegen die differenzirte Organe entbehrenden, aus Protoplasma bestehenden Wesen, nämlich die *Infusorien* im engeren Sinne vereinigt. Diese beiden Gruppen werden als zwei getrennte Classen des Thierreichs auch von EHRENBERG unterschieden, jedoch sucht er den Unterschied nicht in der An- oder Abwesenheit von Organen, welche denjenigen der höher stehenden Thiere entsprechen, sondern in der verschiedenen Beschaffenheit jener Organe bei den Repräsentanten der zwei Gruppen. Auch EHRENBERG war nicht glücklich in der Umschiffung jener gefahrvollen Klippe, an welcher die Forschungen, welche der Erkenntniss der Organisation der Infusorien nachstrebten, bereits wiederholt Schiffbruch litten. Die verhältnissmässig hohe Organisation der Rotatorien, worüber schon LAMARCK, ja sogar MÜLLER eine unklare Ahnung hatte, und welche von DUTROCHET genauer erforscht worden war, hat EHRENBERG durch sehr eingehende und hochwichtige, zum Theil auch heute noch unüberflügelt dastehende Studien über jeden Zweifel erhoben, und, geblendet durch den Erfolg, suchte er nach analogen Organen auch bei der anderen Gruppe der Infusorien, — er wollte sie finden und fand sie auch. Auf diese Weise wich EHRENBERG von der Bahn der rei-

nen Induction ab, gerieth auf den schlüpfrigen Abhang und wurde von der Phantasie unaufhaltsam fortgerissen, so dass er in der Folge, wie die Redacteure des «*Journal des Sçavans*» von den Alten sagten, das Wesen der Dinge eher zu errathen als zu sehen trachtete; und darum gilt leider von vielen und eben den wichtigsten Details gerade das Gegentheil von dem, was er zur Charakteristik seiner Forschungen und Mittheilungen behauptet: «Darin habe ich besonders mein Bestreben, meinen Stolz gesetzt, wo möglich nirgends zu viel, sondern überall nur zu wenig gesehen und dargestellt zu haben.»[1]

Dass Irrthümer gewissenhafter und befähigter Forscher, den Fermenten gleich, durch die erzeugte Gährung häufig einen belebenden und klärenden Einfluss auf die Wissenschaft ausüben, wird in der Geschichte der Wissenschaften durch zahlreiche Beispiele bewiesen. Es gilt das in vollem Maasse auch von der Ehrenberg'schen Auffassung, welche im Grossen und Ganzen zwar verfehlt ist, trotzdem aber in gewissen Beziehungen unzweifelhaft den Keim der Wahrheit in sich birgt; sie bildet einerseits eine der interessantesten Kapitel der Biologie, andererseits diente sie den in die Fusstapfen von Ehrenberg tretenden, unbefangenen Forschern als mächtiger Impuls zur Ergründung und sorgfältigen Vermeidung der Irrthümer des Meisters und zur Annäherung an die Wahrheit. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Protistologie ohne den eisernen Fleiss Ehrenberg's die relativ hohe Vollkommenheit, in welcher sie heute sich präsentirt, nicht hätte erreichen können; der einzige Schatten, der auf die Grösse Ehrenberg's fällt, ist der, dass er sich von seiner Lieblingsidee, welche von den wissenschaftlichen Kreisen mit beispiellosem Enthusiasmus aufgenommen und mit Beifall überhäuft wurde, angesichts der dagegen erhobenen triftigen Einwände nicht lossagen konnte, und später am Abend seines Lebens mit seniler Hartnäckigkeit, wie es scheint, nicht einmal mehr wollte, sondern die Gegengründe von Zeit zu Zeit eifersüchtig und mit steigender Gereiztheit zurückwies..... Noli turbare circulos meos!

Den Grundstein der Ehrenberg'schen Lehre bildete die These, dass die bereits von Aristoteles ausgesprochene Ansicht, wonach die Reihe der Organismen sich successive vereinfacht und von Wesen mit einfachster Organisation abgeschlossen wird, lediglich auf einem Irrthum beruht; im Gegentheil ist es wahr, dass selbst bei den auf der äussersten Grenze des Sehens mit bewaffnetem Auge stehenden Wesen entsprechend entwickelte Organe und Organsysteme vorkommen, wie bei den höchsten, und dass in dieser Hinsicht zwischen dem Menschen und den winzigsten *Monaden* kein Unterschied besteht. Alle Infusorien sollen hochorganisirte wirkliche Thiere sein und zwei natürliche Unterclassen bilden, nämlich: die *Räderthiere (Rotatoria)* und die *Magenthiere (Polygastrica)*. Die uns lediglich interessirenden Magenthiere lassen sich auf folgende Weise mit den übrigen Thieren vergleichen:* Sie sind *Saugwürmer*, mit vielen Mägen, Selbsttheilung oder Knospenbildung; *Plattwürmer* mit vielen Mägen und Knospenbildung; *Quallen*, mit vielen Mägen, Selbsttheilung oder Knospenbildung; *Räderthiere* mit vielen Mägen, Knospenbildung oder Theilung; *Strudelwürmer* mit vielen Mägen und Knospenbildung, ohne Scheingliederung; *Fadenwürmer* mit Knospenbildung oder Scheingliederung (?) und vereintem doppelten Geschlecht; *Spaltthiere* (Naïden) ohne Gliederung und Puls; *Schnecken* ohne Herz, mit

[1] XIV.

* Zoologisches System von Ehrenberg 1835.

I. Myeloneura. Central-Nervensystem durch Hirn und Rückenmark verträten.
- 1. *Nutrientia*, nähren ihre Jungen (Mammalia, Aves).
- 2. *Orphanozoa*, nähren ihre Jungen nicht (Reptilia, Pisces).

II. Ganglioneura. Centrales Nervensystem durch Ganglien vertreten.
- 1. *Sphygmozoa* s. *Cordata*. Mit Herz oder pulsirenden Gefässen.
  - *a) Articulata.* Mit gegliedertem Körper und Ganglienkette. Die im heutigen Sinne genommenen Arthropoden und Anneliden.
  - *b) Mollusca.* Mit ungegliedertem Körper und zerstreuten Ganglien. Die im heutigen Sinne genommenen Mollusken.
- 2. *Asphycta* s. *Vasculosa*. Mit Gefässen, ohne Puls.
  - *α) Tubulata.* Ohne Gliederung; der Darm ein einfaches Rohr oder ein Sack.
    - Bryozoa, Polypi (pro parte), Vermes (pro parte), Echinodermata (pro parte).
  - *β) Racemifera.* Ohne Gliederung; der Darm getheilt, gabelig oder verästelt.
    - Asteridæ. Medusæ. Anthozoa. Trematoda. Cestoda. Turbellaria. Rotatoria. Polygastrica.

Conf. Carus, Gesch. d. Zoologie, 671.

Selbsttheilung; *Insecten* ohne Gliederung und Gefässpulsation mit vereintem doppelten Geschlecht, Knospenbildung und Selbsttheilung; *Fische* ohne Rückenmark und Herz, mit vielen Mägen, vereintem doppelten Geschlecht, Knospenbildung oder Selbsttheilung.[1] Aus dieser Parallele ist am besten zu ersehen, welch' hohen und complicirten Organismus EHRENBERG den Infusorien zugeschrieben hatte.

In der Hauptgruppirung der Infusorien und der Umgrenzung der Gruppen stützte sich EHRENBERG im Grossen und Ganzen auf MÜLLER. Den Unterschied zwischen den *Rotatorien* (einem Theil der Bullarien) und den *Infusorien* im engeren Sinne hatte auch schon Letzterer wahrgenommen; jedoch hat EHRENBERG, gestützt auf die von ihm mit vollkommeneren optischen Apparaten und auf die von DUTROCHET ausgeführten Untersuchungen die Abweichungen in der Organisation schärfer erkannt und die beiden Gruppen auf den Rang zweier Thierclassen (*Rotatoria* und *Polygastrica*) erhoben. Von den Magenthieren, welche den MÜLLER'schen Infusorien in engerem Sinne entsprechen, schloss er die in den MÜLLER'schen Generibus *Cercaria* und *Trichoda* enthaltenen wenigen Rotatorien vollkommen aus; andererseits schied er diejenigen Repräsentanten der chaotischen MÜLLER'schen Genus *Vorticella*, welche nach den heutigen Anschauungen theils den *Cilioflagellaten*, theils den *Ciliaten* und *Acinetinen* zuzuzählen sind, von den in demselben Genus enthaltenen zahlreichen Rotatorien aus und wies ihnen einen entsprechenden Platz in der Classe der Magenthiere an. Des Ferneren wurden von ihm die zu den Bryozoën gehörige *Leucophra heteroclita*, sowie die bei MÜLLER im Genus *Cercaria* figurirenden Samenfäden, die Larven der Distomeen, die eigentlichen *Cercarien* und endlich auch die zum Genus *Vibrio* gezählten Anguilluliden ausgeschlossen. Dagegen wurden, gerade so wie bei MÜLLER, ein Theil der *Schizomyceten (Vibrionia)*, dann sämmtliche chlorophyllosen und chorophyllhältigen *Flagellaten*, endlich auch die *Closterineen* und die mit den *Diatomeen* vereinigten übrigen *Desmidiaceen (= Bacillaria Ehbg.)* unter die Magenthiere aufgenommen, trotzdem, dass zahlreiche, competente Zeitgenossen (AGARDH, DE CANDOLLE, FRIES, GRUITHUISEN, HOOKER, KÜTZING, MEYER, MORREN, NEES VON EESENBECK, TURPIN, TREVIRANUS u. A.) die letzteren Organismen als zum Pflanzenreich gehörig betrachteten; zu den *Desmidiaceen (= Bacillaria* EHBG.*)* zählte er im Anhange auch noch einen Theil der *Acinetinen (Acineta Lyngbeyei, A. tuberosa, A. mystacina)*, während die *Podophrya fixa* neben *Actinophrys* und *Trichodiscus* unter die *Enchelynen* eingereiht wurde. Von den *Rhizopoden* sind in dem grossen EHRENBERG'schen Werke verhältnissmässig wenig beschrieben, alles in allem einige *Amoeba*-Arten als Repräsentanten einer besonderen Familie, der *Amoebeen*, ferner einige *Arcella*- und *Difflugia*-Arten, als Repräsentanten der Familie der *Arcellineen*; des Weiteren einige *Heliozoën* unter den Generibus *Actinophrys* und *Trichodiscus*, welche hier, mit Ausnahme von *Podophrya fixa*, in die Familie der blos holotriche Infusorien enthaltenden *Enchelynen* eingetheilt sind. Die *Polythalamien* hielt EHRENBERG mit den *Bryozoën* verwandt; endlich betrachtete er die ihm nur von den Kieselpanzern lebender und ausgestorbener Arten her bekannten *Radiolarien* (= Polycystina EHBG.) bald für eine den *Polygastricis* verwandte Gruppe (1838), bald für Repräsentanten einer eigenen Thierclasse.*

Diese Protisten, von welchen beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse mit Bestimmtheit behauptet werden darf, dass sie eine wesentlich verschiedene Organisation besitzen, sollten, nach der EHRENBERG'schen Ansicht, trotz ihrer Kleinheit, mit einer hochentwickelten und gleichförmig charakteristischen Organisation versehen sein, welche ich im Folgenden zu skizziren versuche.

EHRENBERG wurde gleich zu Beginn seiner Untersuchungen zur Annahme geführt, dass die Infusorien Ernährungsorgane von complicirtem Bau besässen, und die erzielten, für richtig gehaltenen Resultate spornten ihn an, auch andere, bei höheren Thierarten vorkommende Organe zu suchen, und trieben ihn endlich gar zur allerdings meisterhaften Ausführung der Lehre von der hohen Organisation der Infusorien. Der fundamentale Irrthum MÜLLER'S, wonach die Infusorien überhaupt keine feste Nahrung zu sich nehmen, konnte dem Forscherauge EHRENBERG'S nicht entgehen; im Inneren der grösseren Infusorien sind die verschlungenen Fremdkörper leicht zu erkennen und bei einiger Geduld kann auch der Schlingact

[1] S. *

* Die von LÉON DUFOUR im Jahre 1826 (Annales des scientes naturelles. t. VIII) zuerst beschriebenen *Gregarinen*, welche damals allgemein für Würmer gehalten wurden, sind bei EHRENBERG gar nicht berücksichtigt.

beobachtet werden. EHRENBERG hatte nicht allein den Schlingact und den verschieden gestalteten Schlund beobachtet, sondern, wie vor ihm schon GLEICHEN, auch die Entleerung der unverdaulichen Nahrungsbestandtheile, und er gelangte zu dem Ergebniss, dass die Afteröffnung entweder mit dem Mund zusammenfällt, oder mehr weniger entfernt von diesem, manchmal sogar am entgegengesetzten Punkt des Körpers situirt ist Ferner war es EHRENBERG aufgefallen, dass die Nahrungsbestandtheile, von der Mund- bis zur Afteröffnung vordringend, gewisse regelmässige Bahnen beschreiben, welche geradlinig, spiralig gewunden oder hufeisenförmig gekrümmt sein können. Wo eine Mundöffnung besteht, da ist zuweilen auch der in seinem feineren Bau sehr verschiedene Schlund gut zu erkennen, sowie zumeist auch eine besondere Afteröffnung, zu welcher die unverdaulichen Stoffe auf einer bestimmten regelmässig verlaufenden Bahn gelangen; ist es da nicht wahrscheinlich, dass im Verlauf der soeben erwähnten Bahn auch ein wegen seiner Feinheit direct nicht sichtbarer Darmtheil sich befindet, welcher den Mund, respective den Schlund mit der Afteröffnung verbindet? Diese Frage hatte sich EHRENBERG gestellt und suchte nach einer Methode um sie zu lösen, das heisst um den unsichtbaren Darmkanal sichtbar zu machen.

Die Erfolg verheissende Methode wurde schon vor ihm von GLEICHEN erdacht, der seine Infusorien (s. oben) mit Carmin fütterte. Nach Anwendung dieser Methode fand EHRENBERG, dass die Carmin-, Indigo- oder anderen Farbstoff-Körnchen von den Infusorien gierig verschlungen werden, durch die Mund- resp. Schlundhöhle in das Innere des Leibes gelangen und hier kugelige Hohlräume ausfüllen, welche schon von GLEICHEN gesehen und unbegreiflicher Weise für die tingirten Eier der Infusorien gehalten wurden; im Momente des Schlingens kann jenseits des Mundes resp. des Schlundes jene röhrenartige Bahn ganz deutlich ausgenommen werden, durch welche die farbigen Körnchen in die soeben erwähnten kugeligen Hohlräume gelangen; die Letzteren sind längs jener regelmässigen Bahn angeordnet, welche von der Mund- bis zur Afteröffnung sich hinzieht. Die durch die Karminfütterung erhaltenen Details trachtete EHRENBERG in folgender Weise zu ergänzen: die kugelförmigen Hohlräume, in welche die verschlungene Nahrung gelangt, bilden eben so viele (bis zu 200), mit häutigen Wandungen versehene præformirte Mägen (Magenbläschen, Magenzellen, Speisebeutel), welche im leeren Zustand zusammenfallen und wegen ihrer äussersten Feinheit erst wenn sie sich füllen gesehen werden. Diese kleinen Mägen kommen bei allen Infusorien in grosser Anzahl vor, deshalb wurden die Letzteren von EHRENBERG Magenthiere (Polygastrica) benannt. Bezüglich der übrigen Theile des Verdauungsapparates besteht bei den Magenthierchen ein wesentlicher Unterschied: bei einem Theil, den *Darmlosen (Anentera)*, dient der Mund gleichzeitig als Entleerungsöffnung; ein eigentlicher Darm mangelt, dagegen stehen die zahlreichen Mägen durch Röhrchen von unsichtbarer Feinheit unmittelbar mit dem Mund in Verbindung, wodurch der ganze Verdauungsapparat die Form des Blüthenstandes der Umbelliferen annimmt, in welcher die Stelle der einzelnen Blüthen durch die blasenförmigen Mägen eingenommen wird; letztere gehen mit ihren, in einem gemeinsamen Punkte zusammenlaufenden Stielen, den unsichtbar zarten Röhrchen, von der Mundöffnung aus. Dem gegenüber ist die andere Hauptgruppe der Magenthiere mit einem, wegen seiner Feinheit nur beim Schlingact wahrnehmbaren geraden *(Orthocoela)*, schraubenförmig gewundenen *(Campylocoela)* oder hufeisenförmig gebogenen *(Cyclocoela)* eigenen Darmrohr versehen *(Darmthiere, Enterodela)*, welches entweder mit einer eigenen Afteröffnung ausmündet *(Ortho-* und *Campylocoela)* oder zur Mundöffnung zurückführt *(Cyclocoela)*; an diesem Darme hängen dem ganzen Verlauf entlang, wie die Beeren der Traube, die blasenförmigen Mägen, welche von der verschlungenen Nahrung der Reihe nach passirt werden. Die genaue Ermittelung der Situation von Mund- und Afteröffnung, sowie der bis dahin ganz unbekannten feineren Structur der Mund- und Schlundhöhle sind ohne Zweifel zu den wichtigsten Ergebnissen der von EHRENBERG angestellten Untersuchungen zu rechnen, da es, ohne diese genau zu kennen, beinahe unmöglich ist, die einzelnen Formen genau zu unterscheiden, und das hierauf gerichtete Bestreben lediglich zum unsicheren Herumtasten wird.

Nach EHRENBERG wird der Verdauungsapparat einiger Infusorien durch Verdauungssäfte liefernde Specialorgane ergänzt. Bei den *Nassulinen*, meint er,[1] wurde ein ganz neues Organsystem sichtbar, welches auch bei mehreren anderen, vielleicht bei

[1] S. 339.

allen Magenthieren vorzukommen scheint, nur ist es weniger deutlich auszunehmen. Dieses Organ ist bei den *Nassulinen* violett gefärbt und dient augenscheinlich der Verdauung, verrichtet demnach die Secretion eines gallenartigen Saftes und kommt ganz in derselben Form ausser bei den *Nassulinen* nur noch bei *Chilodon ornatus* und bei *Chlamydodon* vor; ein ähnliches Organ wurde aber auch bei *Bursaria vernalis* und bei *Trachelius Meleagris* beobachtet und kann hier mit den häufig blasenförmigen Drüsen verglichen werden, welche dem Magen der Rotatorien anhängen. — Die Magenbläschen der *Nassulinen* sind in der That mit einer farbigen, von blass Rosa durch Violett bis zum gesättigten Blau die verschiedensten Farbennuancen zeigenden Flüssigkeit erfüllt; infolge dessen bieten diese Thierchen durch die zarten, häufig in demselben Individuum verschiedenen Farben den prächtigsten Anblick. Forscht man jedoch nach dem Ursprung dieser Farben, so wird man sich leicht überzeugen, dass es nicht Secrete besonderer Drüsen sind, sondern von jenen *Oscillarien* herrühren, mit welchen sich diese Infusorien beinahe ausschliesslich ernähren, und deren extrahirte Farbstoffe durch die Verdauung verschiedene Farbenveränderungen erleiden. Denselben Ursprung besitzt ohne Zweifel auch die in den Magenbläschen von *Chlamydodon Mnemosyne* und *Bursaria vernalis (= Cyrtostomum leucas* Stein, *Frontania leucas* Clap. et Lachm.*)* enthaltene tingirte Flüssigkeit; dagegen sind die blass rosenrothen Bläschen der *Amphilopten* und des *Trachelius Meleagris* gewiss nichts anderes, als pulsirende Vacuolen, deren farbloser Inhalt, durch nicht vollkommen achromatische Linsen betrachtet, blass rosenroth erscheint.

Dieser durch geistreiche Ergänzung der Wahrheit mit Dichtung begründete complicirte Verdauungsapparat, zu welchem vielleicht eine beiläufige Bemerkung bei Müller * den Anstoss gab, ist nach Ehrenberg für sämmtliche Magenthiere charkteristisch, und wurde von ihm auch bei denjenigen angenommen, wo, wie bei den *Bacillarien, Closterien* oder *Vibrionen,* nicht einmal Spuren desselben zu sehen waren, bei welchen er sich bald auf die äusserste Kleinheit dieser Organismen, bald auf die Lückenhaftigkeit seiner Untersuchungen berief. Natürlich konnte dabei Ehrenberg nicht übersehen, dass durch die von ihm geöffnete Nothpforte unter seine Magenthiere ohne Zweifel sehr leicht auch pflanzliche Organismen könnten eingeschmuggelt werden; dadurch sieht er sich veranlasst, an einer Stelle ausführlich zu erörtern,[1] warum die *Conjugaten, (Spirogyren, Zygnemen)* nicht als Thiere können angesprochen werden!

Bei einem für so vollkommen entwickelt gedachten Verdauungsapparat ist auch das Vorhandensein eines entsprechenden besonderen Gefässsystems nicht undenkbar, ja sogar wahrscheinlich, und in der That supponirte Ehrenberg, dass seine Magenthierchen, nachdem ihre anderen Organe eine analoge Entwickelung aufweisen, wie die der grösseren Thiere, auch ein Gefässsystem besitzen müssen, welches jedoch im Einklang mit der Winzigkeit dieser Organismen, unendlich zart gebaut ist und, wegen der Farblosigkeit des Blutes, selbst mit den stärksten Vergrösserungen nicht kann gesehen werden.

Nach Ehrenberg's Meinung wären sämmtliche Magenthiere, sowie seiner Auffassung nach auch die Rotatorien, Hermaphroditen. Die ganz verfehlte Auslegung der mit grossem Fleiss erforschten Details führte Ehrenberg auch bezüglich der Geschlechts-Organe zur Annahme, dass diese bei seinen Magenthierchen entwickelt sein müssen. Das weibliche Zeugungsorgan ist bei allen Magenthieren durch die im ganzen Körper vertheilten, offenbar ein Netzwerk bildenden Ovarien repräsentirt, welche wegen ihrer Zartheit, selbst wohl unsichtbar sind, doch können die darin gebildeten Eier mehr-minder deutlich gesehen werden. Es wurden nämlich die Einschlüsse des Protoplasmakörpers von der verschiedensten morphologischen und biologischen Bedeutung für Eier angesprochen: so Chlorophyll-Kügelchen und überhaupt Pigmente, Paramylon-Körperchen und die Körnchen des Protoplasmas selbst; diese Eier sollten entweder durch die Afteröffnung, oder beim Zerfliessen des abgestorbenen Magenthier- Leibes frei werden.

Viel complicirter, als das weibliche, sollte nach Ehrenberg das männlichen Geschlechtsorgan gebaut sein, welches aus einem oder mehreren Hoden

* Müller sagt nämlich bei Beschreibung der *Kolpoda Meleagris (= Amphileptus Meleagris Ehbg., Loxophyllum M. Duj.)* Folgendes: «Intra utrumque lineae longitudinales subtilissimae, ac versus postica in medio sphaerulae majores tres; hae in paucioribus conspicuae forte vices stomachi aut intestini agunt, haec enim viscera, dum vacua sint, in Bullariis et Planariis minus conspicua sunt.» S. 100.

[1] S. 99.

und aus einem oder zwei Samenbläschen bestünde.* Als Hoden hatte Ehrenberg die Kerne angesprochen, für deren allgemeines Vorkommen der Nachweis ihm zu verdanken ist. Bei manchen *Euglena-Arten* (z. B. *Euglena spirogyra*), deren Kern seiner Aufmerksamkeit entgangen war, hält er die grossen Paramylon-Körper für den Hoden entsprechende «*Drüsenorgane*». Der oder die Hoden sollten vermittelst Samenleiter von unsichtbarer Zartheit mit einem oder mehreren Samenbläschen in Verbindung stehen, welche letzteren durch rhythmisches Pulsiren den aufgenommenen Samen zur Befruchtung der Eier im Körper vertheilen. Diese eigenthümlich pulsirenden Samenbläschen sind freilich wieder nichts weiter, als sogenannte pulsirende Vacuolen, für deren allgemeines Vorkommen der Nachweis gleichfalls Ehrenberg zu verdanken ist. Diese bizarre Auffassung der männlichen Genitalien findet ihre Erklärung in der Erbsünde Ehrenberg's, d. i. in der von ihm zwischen der Organisation der Magenthiere und der Rotatorien gezogenen Parallele und der zwischen beiden aufgestellten Homologie. Ehrenberg hielt nämlich die Stämme der beiden Wassergefässe bei den Rotatorien für Samenleiter, deren vordere knäuelartige Enden für Hoden, das pulsirende Bläschen aber, welches Wassergefässe aufnimmt und seinen Inhalt zeitweise pulsirend durch die Kloake entleert, für ein Samenbläschen; auf falsche Homologieen gestützt gelangte er auf diese Weise zu der obigen wunderlichen Erklärung der männlichen Genitalien der Magenthiere.

In Uebereinstimmung mit den vegetativen, zeigen auch die animalischen Organe eine hohe Differenzirung. Die Magenthiere verhalten sich gegen äussere Reize keineswegs indifferent. Sie reagiren auf Temperaturveränderungen, auf die Berührung mit Fremdkörpern, sind also empfindlich, wie die höheren Thiere; mit den Cilien und fadenförmigen Rüsseln (den Flagellen nach der heutigen Terminologie) tasten sie sichtbar um sich. Die meisten suchen das Licht auf, während ein andrer Theil die Dunkelheit vorzieht; es erleidet also keinen Zweifel, dass sie für Lichtreize empfindlich sind. In Anbetracht dessen, dass bei zahlreichen *Flagellaten* und einigen *Ciliaten* (z. B. *Ophryoglena*) am vorderen Theil des Körpers, an derselben Stelle, wo bei höheren Thieren die Augen sitzen, ein zumeist lebhaft rubinrother, seltener schwarzer (*Ophryoglena atra*), scharf umschriebener, kugeliger oder eiförmiger Fleck gefunden wird, welcher von den Augen der Rotatorien, Turbellarien und einiger Entomostraken kaum zu unterscheiden ist: lag es gewiss sehr nahe zu vermuthen, dass die fraglichen Organe echte Sehorgane, *Augen* sind. Da nun aber Augen ohne ein Nervensystem nicht denkbar sind: durchforschte Ehrenberg die Umgebung des Augenfleckes aufmerksam nach einem Organ, welches als Ganglion könnte angesprochen werden, und fand es in der That bei der *Astasiee Amblyophis viridis* [1] in der Form einer «drüsigen kugeligen Masse,» auf welcher der rothe Augenfleck in derselben Weise aufsitzt, wie das Auge auf dem Gehirn-, resp. dem suprapharyngealen Ganglion der Rotatorien und Entomostraken. Dieses Organ ist gewiss nichts weiter als eine pulsirende Vacuole; von Ehrenberg wurde es aber für ein Ganglion gehalten, und diese eine unzureichende Beobachtung genügte ihm, um im Allgemeinen zu erklären, dass die Magenthiere auch ein aus einem oder vielleicht mehreren zerstreuten Ganglien bestehendes Nervensystem besitzen, welches mit den daraus entspringenden, unendlich feinen Nerven bisher nicht bei allen Species konnte nachgewiesen werden.

Um die genauere Kenntniss der Bewegungsorgane hat sich Ehrenberg sehr grosse Verdienste erworben. Bei allen Ciliaten (*Enterodela* Ehbg.) wurden von ihm die Locomotion bedingenden *Flimmerhaare* nachgewiesen, und wenn auch seine, auf die Grössen- und Dislocationsverhältnisse der Cilien gerichteten Studien keinen Anspruch auf Vollkommenheit haben können: so haben sie doch für den erfolgreichen Fortschritt späterer Forscher die Bahn gebrochen und angedeutet. Die Locomotion der heutiges Tages unter dem Namen der *Flagellaten* zusammengefassten Protisten erschien den Vorgängern Ehrenberg's grössten Theils als ein mystisches, unerklärliches Phänomen; durch eine glücklich gewählten Methode, nämlich mittelst Fixiren der Protisten durch rasches Eintrocknen, konnte Ehrenberg nachweisen, dass die räthselhafte Ortsveränderung durch einen, manchmal auch durch mehrere wirbelnde Fäden (*Rüssel*) bedingt sei. Bei den *Peri-*

* Die in grösserer Anzahl vorhandenen pulsirenden Vacuolen wurden von Ehrenberg ganz willkürlich für Mägen erklärt (z. B. bei einigen Vertretern der Genera *Amphileptus* und *Trachelius*), die einzelnen oder paarigen aber für Samenbläschen.

[1] S. 104.

dineen kommen ausser dem Rüssel auch noch feine Flimmerhärchen vor, welche den Leib dieser Thierchen in der Mitte umfassen. Er beschreibt auch ganz genau, wie die ihre Gestalt proteusartig unablässig verändernden *Amoebeen* von jedem beliebigen Punkte ihres zähflüssigen, contractilen Körpers gleich Füssen wirkende Fortsätze, *Pseudopodien*, ausschicken, was in gleicher Weise auch die *Arcellinen* thun. Die *Bacillarien* endlich gleiten auf einem durch den Längsspalt ihres Panzers vorgestreckten, Schneckenfuss-förmigen Fortsatze vorwärts, — eine Auslegung, welche durch die neueren Untersuchungen von Max Schultze bestätigt wurde.

Wodurch werden aber diese Organe in Bewegung erhalten? Auf diese Frage trachtete Ehrenberg eine mit seiner allgemeinen Anschauung in Harmonie stehende Antwort zu geben, welche sich nur auf vereinzelte Beobachtungen stützte, und natürlich musste er sich auch diesmal irren. An den *Vorticellinen* mit zusammenschnellendem Stiele unterschied Ehrenberg ein den röhrenförmigen Stiel entlang verlaufendes contractiles Band; bei den *Stentoren* sah er Ähnliche längs der den ganzen Körper bedeckenden Cilien verlaufen. Diese Bänder konnten natürlich nichts anderes als *Muskel* sein, und dies genügte ihm zur Annahme, dass die Magenthiere im Allgemeinen ein hoch entwickeltes Muskelsystem besitzen, und dass selbst die Flimmerhaare und Rüssel durch Muskel von unsichtbarer Feinheit in Bewegung erhalten werden.

Die allgemeine Körperbedeckung der Magenthiere ist entweder wegen ihrer Zartheit von structurlosem Ansehen, weich und dehnbar, oder sie wird durch einen harten, bald hornartigen, bald ganz spröden Kieselsäure-Panzer gebildet, welcher bei den *Bacillarien* und den *Peridineen* mit charakteristischen zarten Skulpturen verziert erscheint. Die Panzer der abgestorbenen Magenthiere bilden häufig für sich allein mächtige Gesteine und spielen in der Gestaltung der Erdrinde eine gewaltige Rolle. Endlich gibt es einige Magenthiere, deren Körper in einem verschieden geformten, rigiden oder elastischen, hornartigen Gehäuse, in einer Scheide steckt.*

* Auf Anwesenheit oder Mangel des Panzers legt Ehrenberg in seinem System grosses Gewicht, bedient sich jedoch dieses Ausdruckes nicht consequent, indem er bald die allgemeine Körperbedeckung, bald wieder die vom Körper abstehende Scheide «Panzer» nennt.

Sämmtliche Magenthiere sind, wie bereits erwähnt, Hermaphroditen; ausser durch zahlreiche Eier sollen sie aber auch durch Knospenbildung und Theilung sich vermehren; in letzterem Falle erfolgt die Zweitheilung der Länge oder der Quere nach. Die in der Richtung der Längsachse zusammenhängenden Magenthiere sind nicht in Paarung begriffen, wie das von Leeuwenhoek und Anderen behauptet wurde, sondern in Längstheilung; die Conjugation besteht nur bei den *Closterien*, hat aber hier wahrscheinlich keine sexuelle Bedeutung.[1]

Um die fabelhafte Fruchtbarkeit der Magenthiere zu illustriren, hat Ehrenberg Berechnungen angestellt, deren Ergebnisse eine allgemeine Verwunderung hervorriefen. «Da eine Vorticelle oder Bacillarie sich binnen 1 Stunde theilt und nach Zwischenzeit von 1 Stunde wieder theilt, also in 3 Stunden aus einem 4 werden und in 5 Stunden aus einem 8, in 7 Stunden aus einem 16, so ist es möglich, dass in je 24 Stunden 4096 Einzelthiere aus 1, in 48 Stunden oder 2 Tagen aber 8 Millionen und in 4 Tagen 140 Billionen werden. Im Biliner Polirschiefer bilden ungefähr 41,000 Millionen Gallionellen immer 1 Cubikzoll Stein, daher etwa 70 Billionen 1 Cubikfuss (1728 C.-Zoll = 1 C.-Fuss). Mithin könnte ein Thierchen durch blosse Selbsttheilung in 4 Tagen möglicherweise 2 Cubikfuss Stein bilden. — — Die beobachtete Fortpflanzung der Infusorien durch Selbsttheilung giebt eine, alle Berechnung möglicher Zerstörung des Individuums aufhebende, mögliche Erhaltung und Verbreitung derselben in Meeren und Lüften, welche poëtisch genug an Unsterblichkeit und ewige Jugend grenzt. Man theile sich in zahllose immer neue Theile, um zahllose Jahre zu leben und jung zu sein»![2] Dieser zu kolossalen Zahlen führenden geschlechtslosen Fortpflanzung schliesst sich noch die durch die zahllosen, für kleine Eier gehaltenen Körnchen bewirkte Vermehrung an; da nun diese überaus winzigen Eier aus den ausgetrockneten Pfützen durch Luftströmungen leicht fortgetragen und überall hin zerstreut werden: ist das schnelle Auftreten der Infusorien in Flüssigkeiten leicht erklärlich und bedarf nicht erst der Zuhilfenahme einer hypothetischen generatio æquivoca. Gestützt auf diese Basis hat Ehrenberg die spontane Entstehung ohne Eltern mit ganzer Entschiedenheit zurückgewiesen.

[1] S. 89.
[2] S. XIII.

Auf die Organisations-Verhältnisse der Magenthierchen gründete Ehrenberg das folgende, in 22 Familien 123 Genera und 553 Species enthaltende System:

Uebersicht der 22 Familien der Magenthiere:[1]

Darmlose, Anentera:	Anhanglose (Fusslose) *Gymnica:*	Körperform beständig.	vollkommene Selbsttheilung.	panzerlose	*Monadina.*
				gepanzerte	*Cryptomonadina.*
			unvollkommene Selbsttheilung (Monadenstockbildung).	allseitige Selbsttheilung, mit Panzer (Kugelbildung).	*Volvocina.*
				einseitige Selbsttheilung (Fadenbildung). panzerlose	*Vibrionia.*
				einseitige Selbsttheilung (Fadenbildung). gepanzerte	*Closterina.*
		Körperform wechselnd.	panzerlose		*Astasiaea.*
			gepanzerte		*Dinobryina.*
	Wechselfüssige, *Pseudopodia:*	panzerlose			*Amoebaea.*
		gepanzerte	vieltheiliger Fuss aus einzelner Oeffnung		*Arcellina.*
			einfacher Fuss aus einzelner oder jeder einzelnen Oeffnung		*Bacillaria.*
	Behaarte, *Epitricha:*	panzerlose			*Cyclidina.*
		gepanzerte			*Peridinaea.*
Darmführende, Enterodela:	Einmündige, *Anopisthia:*	panzerlose			*Vorticellina.*
		gepanzerte			*Ophrydina.*
	Gegenmündige, *Enantiotreta:*	panzerlose			*Enchelina.*
		gepanzerte			*Colepina.*
	Wechselmündige, *Allotreta:*	panzerlose	mit von einem Rüssel überragtem Munde, ohne Schwanz		*Trachelina.*
			mit vorderem Munde und schwanzartigem Bauchende		*Ophryocercina.*
		gepanzerte			*Aspidiscina.*
	Bauchmündige, *Catotreta:*	panzerlose	nur mit Wimpern bewegt		*Colpodea.*
			mit mehrfachen Bewegungsorganen		*Oxytrichina*
		gepanzerte			*Euplota.*

[1] S. **

Zur Kenntniss der Protisten war der erste grosse Schritt von O. Fr. Müller gethan worden; Ehrenberg inaugurirte nun mit dem zweiten die neue Epoche; Beide haben für die mühsamen Untersuchungen, mit welchen sie die Wissenschaft bereicherten, Anspruch auf den Dank der Nachwelt; Beide haben zahlreiche neue Formen und unzählige, vor ihnen unbekannte Details der Organisation entdeckt, beschrieben und genau abgebildet; Beide waren glückliche Entdecker, aber nicht immer glückliche Ausleger, in deren Ansichten von den Nachfolgern principielle Irrthümer nachgewiesen wurden. Es sind das die Irrthümer der Bahnbrecher, welche bei dem damaligen Stand der Wissenschaft, auf den Müller und Ehrenberg sich stützen konnten, kaum zu vermeiden waren. Ein jedes Ergebniss der wissenschaftlichen Forschung kann gerecht nur von dem Standpunkt jener Zeit beurtheilt oder verurtheilt werden, welche sie erzeugte; und es kann nicht bezweifelt werden, dass die uns abenteuerlich erscheinenden Ansichten Ehrenberg's in jener Zeit, als sie zu Stande kamen — welche von der Zelle und von der histologischen Structur der höheren Thiere und Pflanzen, sowie von der Anatomie der niederen Thiere nur fragmentarische und unklare, von den morphologischen und Entwicklungs-Verhältnissen der niedersten Pflanzen aber so gut wie gar keine Kenntnisse besass — mit den herrschenden Ansichten nicht im Widerspruch standen, sondern denselben sogar vollkommen angemessen waren. Neue Lehren haben nur dann Aussicht acceptirt zu werden, wenn sie den wissenschaftlichen Ansichten des Zeitalters nicht widersprechen, wenn sie sozusagen dem Zeitgeist entsprossen sind. Die Ehrenberg'sche Lehre von der hohen Organisation der Infusionsthierchen war aber von dieser Art; darum wurde sie auch beinahe von allen Seiten mit ungetheilter Anerkennung aufgenommen und begegnete dem allgemeinen Zuspruch. In Hörsälen, Lehr- und Handbüchern, wissenschaftlichen und populären Zeitschriften und Familienblättern, sowie in der Tagespresse wurde die Ehrenberg'sche neue Lehre mit Begeisterung verkündet und der gefeierte Mann verherrlicht, der die Entdeckung gemacht, dass vom Menschen angefangen bis hinab zu den winzigsten Monaden überall eine gleich hohe Organisa-

tion existirt. Auch jene Sorte von Gelehrten liess nicht lange auf sich warten, die sich in der Regel beeilt: die Entdeckungen Anderer durch Nacharbeiten zu bestätigen, und Diese verkündeten mit lauter Stimme, dass sie sich durch selbständige kritische Forschung von der Richtigkeit der EHRENBERG'sche Lehre überzeugt haben! Doch mangelte es auch an einzelnen einsichtsvollen Naturforschern nicht, welche gegen die EHRENBERG'sche Lehre von der hohen Organisation sofort, in der ersten Zeit ihrer begeisterten Aufnahme das Wort ergriffen und trotz der grossen Autorität EHRENBERG's die entgegengesetzten Ansichten über die Organisation der Infusorien allmälig zur Geltung erhoben und für die heut zu Tage herrschenden Ansichten die Bahn ebneten.

Unter diesen gebührt der erste Platz unzweifelhaft FELIX DUJARDIN, dem Professor zu Rennes, der von 1835 ab in mehreren kurzen Abhandlungen, im Jahre 1841 aber in einem auf sämmtliche Infusionen sich erstreckenden und auf selbständiger Forschung fussenden grossen Werke gegen die EHRENBERG'sche Ansicht mit aller Entschiedenheit zu Felde zog, und sich in jenem Theil der Wissenschaften, welcher von den niedersten Wesen handelt, einen glorreichen Namen sicherte.

Im Obigen wurde bereits erwähnt, dass gewisse *Rhizopoden*, respective deren zierliche Kalkschalen bereits im vorigen Jahrhundert bekannt und von BREYN mit dem Namen *Polythalamia* belegt wurden.[1] Ueber die Organisation dieser an Schnecken, sowie an gewisse lebende und ausgestorbene Kephalopoden (Nautilus, Ammonites) erinnernden winzigen Schalenbewohner war den älteren Forschern nichts Näheres bekannt, doch wurde allgemein angenommen, dass es nur kleine Schnecken sein können. D'ORBIGNY war es, der im Jahre 1826 diese Schalenbewohner zuerst beschrieb und sie trotz ihrer Kleinheit für wahre *Mollusken* mit der charakteristischen Organisation der Kephalopoden erklärte und nach ihren von feinen Löchern durchbrochenen Schalen *Foraminiferen* nannte.[2] Neun Jahre nach dieser von einer mehr als alltäglichen Phantasie zeugenden Beschreibung d'ORBIGNY's machte DUJARDIN die Mittheilung,[3] durch Untersuchungen an den lebenden Foraminiferen der französischen Küsten zu dem Ergebniss gelangt zu sein, dass den Foraminiferen bei Weitem nicht jene hohe Organisation zukommt, welche ihnen von d'ORBIGNY zugeschrieben wurde; im Gegentheil verhalte sich die Sache so, dass die durch quere Scheidewände in einzelne Fächer oder Kammern getheilten Gehäuse eine der besonderen Organe überhaupt entbehrende, schleimige, lebendige Substanz enthalten, welche durch die Poren des Gehäuses feine, fadenförmige, verzweigte Fortsätze aussenden kann, die, zurückgezogen, spurlos verschwinden. «Die sehr feinen Fäden strecken sich langsam in gerader Linie (bei den auf Glas gleitenden Polythalamien) auf der Oberfläche des Glases; es fliesst ununterbrochen neue Substanz nach, untermischt mit unregelmässigen Kügelchen, welche den Fäden eine ungleiche Dicke verleihen; nachdem sich der Faden allmälig verdickt hat, sendet er seitwärts Zweige, welche in derselben Weise wachsen, wie der erste Faden; bald darauf hört das Zufliessen auf und die Bewegung wird umgekehrt, der Faden zieht sich zurück und verschmilzt endlich mit der Grundsubstanz des Thieres, um zur Heranbildung eines neuen Fadens zu dienen. Diese Fäden können nicht für echte Tentakeln gehalten werden, sie bestehen aus einer einfachen, thierischen Ursubstanz, welche sich den Wurzeln gleich ausbreitet und heranwächst.» — Es bedarf keiner weiteren Beweisführung, dass diese einfachen, aus lebendigem Schleim ohne stabile Organe bestehenden Wesen nicht unter die Mollusken oder in einen anderen höheren Typus eingereiht werden können. Von DUJARDIN wurden sie als Repräsentanten einer besonderen Thiergruppe betrachtet, welche von ihm, um die übereinander liegenden Fächer des Gehäuses auszudrücken, zuerst *Symplectomères*, später, nachdem ihm auch Formen mit nicht fächerigem Gehäuse bekannt wurden, wegen ihrer wurzelförmigen, vergänglichen Füsse *Rhizopoden*, d. i. *Wurzelfüsser* benannt und zu den Infusorien eingetheilt wurden.

Durch fortgesetzte Untersuchungen gelangte DUJARDIN zu dem wichtigen Resultat, dass die Leiber sämmtlicher Infusorien, sowie der Rhizopoden aus einer einfachen organlosen animalischen Ursubstanz

[1] Dissertatio de Polythalamiis, nova testacearum classe. Gedani, 1732. Conf. SCHULTZE, Polythalamien.

[2] Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. Ann. d. scienc. natur. Tom. VII. Conf. SCHULTZE, Polythalamien.

[3] Bulletin de la société des sciences de France. No. 3. 1835. Im Auszug: Ann. d. scienc. nat. 1835. 2. ser. Tom. III. p. 108. Conf. SCHULTZE, Polythalamien. Dann die Ergebnisse seiner späteren Untersuchungen in Ann. d. scienc. nat. 1835. Tom. III. S. 312.

besteht, welcher er den Namen *Sarcode* beilegte.[1] Die Sarcode ist — nach Dujardin — eine, verschieden grosse Körnchen enthaltende, aber im Grunde homogene, durchsichtige, das Licht stärker als Wasser, aber schwächer als Oel brechende, ohne Nerven reizbare, ohne Muskel contractile, elastische, schleimige Substanz. — Das heisst die Sarcode ist jene lebendige Substanz, welche von den Pflanzenhistologen mit dem von Hugo von Mohl[2] empfohlenen Ausdruck schon seit 1846, von den Zoologen aber nach der Initiative von Max Schultze[3] seit 1863 *Protoplasma* (Cytoplasma Kölliker, Bioplasma Beal) genannt wird.*

Die Sarcode hat bei einer Reihe von Infusorien, nämlich bei den Rhizopoden, wohin auch die *Arcellinen* Ehrenberg's gehören, sowie bei den nahe verwandten *Amoeben* und *Actinophryinen* eine nackte Oberfläche, das heisst sie ist mit keiner Cuticula bedeckt; dem entsprechend vermögen die genannten Protisten vergängliche Fortsätze von verschiedener Form, *Pseudopodien*, hervorzustrecken, was die übrigen Infusorien, nämlich die *Vibrioneen*, sowie die *Flagellaten* und *Ciliaten*, deren Körper mit einer mehr-weniger resistenten Cuticula bedeckt ist, eben aus diesem Grund nicht vermögen.

Die lichten Kugeln, welche in den Infusorien die verschlungene Nahrung aufnehmen und von Ehrenberg für constant vorkommende Bestandtheile eines complicirten Verdauungsapparates angesprochen wurden, erklärte Dujardin in einer, dem wahren Sachverhalt vollkommen entsprechenden, sehr einfachen Weise. Sie sind nichts weiter, als in der Sarcode temporär auftretende *Hohlräume (vacuoles)* ohne eigene Wandungen, dadurch zu Stande gekommen, dass die durch die temporäre oder constante Mundöffnung in das Innere des Sarcodeleibes eingedrungenen Nahrungstheilchen mit dem aufgenommenen Wasser in der weichen Sarcode Höhlungen erzeugen, deren Entstehen beim Füttern mit Indigo- oder Karminkörnchen unmittelbar kann beobachtet werden; bei *Paramecium, Kolpoda* oder *Vorticella* kann man z. B. sehr deutlich sehen, wie die mit dem Wasser aufgenommenen Karminkörnchen sich am unteren offenen Ende des Schlundes in der Sarcode einen anfangs spindelförmigen, später abgerundeten Raum aushöhlen, welcher, zu einer gewissen Grösse gelangt, sich vom Schlundende abschnürt, in der Sarcode weiter vordringt, und durch eine neugebildete Vacuole immer weiter gedrängt wird;* auch davon kann man sich unmittelbar überzeugen, dass diese Vacuolen nicht an dem hypothetischen Darm-Kanal, oder unter der Mundhöhle hengen, sondern ganz frei sind und durch die Contractionen der Sarcode hin- und hergeschoben werden; dass es keine prämorfirten Bläschen sind, wird am handgreiflichsten dadurch bewiesen, dass zwei oder mehrere Vacuolen mit einander zu einer grösseren verschmelzen können. Auf Grundlage dieser genau controlirten Beobachtungen konnte Dujardin mit voller Bestimmtheit behaupten, dass der von Ehrenberg beschriebene polygastrische Verdauungsapparat überhaupt nicht existire.

Die contractilen Bläschen oder pulsirenden Vacuolen, welche Ehrenberg für Samenbläschen erklärt hatte, werden von Dujardin für Vacuolen in der Rindenschichte der Sarcode gehalten *(vacuoles contractiles, vesicules contractiles)*, welche abwechselnd Wasser einnehmen und wieder entleeren und, wie schon ihr Entdecker Spallanzani vermuthet hatte, im Dienste des Athmungsprocesses stehen.

Dass ein Gefässsystem, welches nach Ehrenberg blos wegen seiner unendlichen Feinheit unsichtbar wäre, in dem winzig kleinen Körper der Infusorien schon aus physikalischen Gründen nicht gedacht werden kann, wird von Dujardin mit unwiderleglicher Logik bewiesen: «Le liquide cesse de s'écouler, même sous une forte pression, dans une tube capillaire dont le calibre est suffisamment petit. Or, dans les animaux dont le coeur est le plus puissant, les derniers vaisseaux capillaires ont au moins 1/150 mm. de diamètre: voudrait-on donc supposer à des Infusoires grands de 1/10 mm. des vaisseaux de 1/100,000 millimètre?»[1]

[1] Recherches sur les organismes inférieures. Ann. des scienc. natur. 1835. Tom. V. p. 343. Ferner in dem 1841 erschienenen grossen Werk.

[2] Vermischte Schriften botanischen Inhaltes. 1846.

[3] Das Protoplasma etc.

* Ich kann hier nicht unerwähnt lassen, dass die Sarcode der Protisten von Perty schon lange vor Schultze (1852) Protoplasma genannt wurde. (Die kleinsten Lebensformen, S. 56.)

* Dieser Vorgang beim Schlingen und der Vacuolenbildung ist im grossen Dujardin'schen Werke (Taf. 4, 8, 14 u. 16) sehr lebenstreu wiedergegeben.

[1] S. 24.

Sowie es also unmöglich ist, bei den Infusorien ein Gefässsystem vorauszusetzen, ebenso wenig sieht sich DUJARDIN veranlasst ein Nerven- und Muskelsystem anzunehmen. Die Sarcode, d. i. die Ursubstanz, aus welcher der Infusorienleib besteht, ist gerade durch die physiologische Eigenschaft charakterisirt, dass sie auch ohne Nerven reizbar, und ohne Muskel contractil ist, — eine These, zu welcher sich auch die moderne Ansicht über das Protoplasma bekennt.

Nach DUJARDIN ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Infusorien sich auch auf geschlechtlichem Wege vermehren können; jedoch ist die Theilung die einzige, sicher bekannte Art der Fortpflanzung.

Der von EHRENBERG beschriebene complicirte Sexualapparat existirt gewiss nicht. Dass die in der Sarcode vorkommenden farbigen und farblosen Körnchen, welche beim Zerfliessen Jener frei und zerstreut werden, Eier darstellen, ist eine ganz und gar willkürliche Annahme, deren Richtigkeit durch keine einzige Beobachtung unterstützt wird. Die von EHRENBERG für Hoden angesprochenen Gebilde, welche beim Zerfliessen der Sarcode der Einwirkung des Wassers länger widerstehen, waren bei zahlreichen Infusorien auch DUJARDIN bekannt; da es ihm jedoch ebenso wenig, wie EHRENBERG gelang, deren physiologische Aufgabe zu enträthseln, hütete er sich mit der Vorsicht des objectiven Forschers in Vermuthungen über die Bedeutung dieser Gebilde sich zu ergehen. Dass die sich auf keinerlei Beobachtung stützende, abenteuerliche Ansicht, mit welcher EHRENBERG die Bestimmung der pulsirenden Vacuolen erklärt hatte, von DUJARDIN gänzlich verworfen wurde, haben wir im Obigen bereits erwähnt, und unseres Erachtens erleidet es heutigen Tages keinen Zweifel mehr, dass die SPALLANZANI-DUJARDIN'sche Ansicht über die Aufgabe dieser Organe der Wahrheit bei Weitem näher steht als die EHRENBERG'sche.

DUJARDIN zog den Kreis der Infusorien viel enger, als EHRENBERG. Wohl waren die Rotatorien schon bei EHRENBERG von den Magenthierchen getrennt worden; trotzdem war dieser Forscher in den verhängnissvollen Irrthum verfallen, dass ihm beim Studium der Infusorien stets die hohe Organisation der Rotatorien gewissermassen als Modell vorschwebte. DUJARDIN erwarb sich das kaum genug zu würdigende, hervorragende Verdienst, diesem verhängnissvollen Fehler ausgewichen zu sein, und wenn er *die Ichthydineen,* deren Stellung noch heutiges Tages zweifelhaft ist, die aber keines Falls zu den Protisten zu zählen sind, als einen zu den Rotatorien *(Systolides* DUJ.) führenden Uebergang einstweilen in der Nachbarschaft von *Coleps* unter den sogenannten symmetrischen Infusorien unterbrachte, so findet dieser Widerspruch seine Erklärung darin, dass DUJARDIN mit der Organisation der *Ichthydineen* überhaupt nicht im Klaren war. Die EHRENBERG'schen *Closterineen* und *Bacillarien,* das heisst die *Desmidiaceen* und *Diatomeen,* hat DUJARDIN von den Infusorien ganz getrennt; dagegen war er es, der die *Spongien,* als aus *Amoeben* und *Monaden* bestehende Kolonien, anhangweise neben die *Amoeben* und *Monaden* einreihete; [1] eine Ansicht, welche bekannter Weise eine Zeit lang allgemein getheilt, später jedoch, als die fortgesetzten Untersuchungen zur Erkenntniss der zwischen den Spongien und Coelenteraten obwaltenden Verwandtschafts-Verhältnisse führten, verworfen wurde, obschon sie noch heute Vertheidiger findet, so in CLARK und neuestens in STEIN.[2] — Uebrigens schliessen sich, unseres Dafürhaltens, die beiden Meinungen keineswegs unbedingt aus; denn so wie die Spongien die unterste Classe der Coelenteraten repräsentiren, können sie nach der anderen Seite hin auch mit den Protisten in einer engen und innigen Verwandtschaft stehen, und es können ihre einfachsten Vertreter so zu sagen den ersten Versuch darstellen, welcher von den losen, polymorphen Kolonien monocellulärer Protozoen zu den zusammenhängende Zellenstaaten repräsentirenden Metazoen hinüberführt. Die Entscheidung über diese in phylogenetischer Hinsicht hochwichtigen Frage ist von weiteren Specialstudien zu erwarten.

Auf Grundlage seiner Untersuchungen hat DUJARDIN ein besonderes System aufgestellt, dessen 21 Familien (als 21. seine symmetrischen Infusorien genommen) ohne Zweifel viel natürlicher gruppirt sind, als die EHRENBERG'schen Familien, welcher Umstand den mit scharfem Blick auserkorenen Classifications-Grundcharakteren (allgemeine Körperform, Locomotions-Organe) zuzuschreiben ist. Die drei Hauptgruppen der Protisten: die *Rhizopoden, Flagellaten* und *Ciliaten* sind eigentlich im DUJARDIN'schen System bereits enthalten.

[1] S. 305. 306.
[2] III. S. 10.

Das Dujardin'sche System (1841).

A) **Asymmetrische Infusorien.**

I. ORDNUNG.

Ohne sichtbare Locomotions-Organe.

1. Familie. *Vibrionina.*

II. ORDNUNG.

Mit veränderlichen Fortsätzen (Pseudopodien).

§. 1. Fortsätze contractil, einfach, häufig verästelt.
2. Familie. *Amoebina.*
3. « *Rhizopoda.*

§. 2. Fortsätze werden sehr langsam contrahirt, sind stets einfach.
4. Familie. *Actinophryna.*

III. ORDNUNG.

Mit einem oder mehreren geisselförmigen Fäden als Locomotions-Organe; ohne Mund.

§. 1. Nackt.
5. Familie. *Monadina.*

§. 2. Mit einer zarten Haut bedeckt.
* In Colonien lebend. Fixirt oder frei.
6. Familie. *Volvocina.*
7. « *Dinobryna.*
* Einzeln lebend; schwimmend.
8. Familie. *Thecamonadina.*
9. « *Euglenina.*
10. « *Peridinina.*

IV. ORDNUNG.

Mit Cilien versehen; ohne contractile Hülle; schwimmend.

* Ungepanzert.
11. Familie. *Enchelyna.*
12. « *Trichodina.*
13. « *Keronina.*
** Gepanzert.
14. Familie. *Ploesconina.*
15. « *Ervilina.*

V. ORDNUNG.

Mit Cilien und einer zarten, netzförmigen, contractilen Hülle versehen; das Vorhandensein einer Hülle zu mindest durch reihenweise Anordnung der Cilien angedeutet.

* Stets frei.
16. Familie. *Leucophryna.*
17. « *Paramecina.*
18. « *Bursarina.*
** Fixirt, entweder willkürlich, oder durch besondere Organe.
19. Familie. *Urceolarina.*
20. « *Vorticellina.*

B) **Symmetrische Infusorien.**

* Verschiedene Typen.
— *Planariola.*
— *Coleps.*
— *Chaetonotus.*
— *Ichthydiina.*

Wie aus dem Angeführten ersichtlich, besteht DUJARDIN's grosses Verdienst darin, dass er in die Mysterien der mikroskopischen Welt ohne vorgefasste Meinung eindrang, und von diesem Standpunkte aus gegen die vielbewunderte und mit Begeisterung aufgenommene EHRENBERG'sche Anschauung mit nüchterner Objectivität zu Felde zog. Blickt man vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft in die Vergangenheit zurück, so muss man bekennen, dass der Ruhm: die Organisation der Infusorien richtig aufgefasst zu haben, nicht dem sonst so hochverdienten Berliner Gelehrten gebührt, sondern jenem «j u n g e n M a n n e i n P a r i s» — wie EHRENBERG seinen ebenbürtigen Gegner geringschätzend bezeichnete — welcher sich sehr absprechend als Gegner der Infusorien-Organisation aufwarf.[1] Andererseits muss aber hervorgehoben werden, dass DUJARDIN in zwei Richtungen über das Ziel hinaus schoss; erstens dadurch, dass er dem Urstoff, der Sarcode jede feinere Organisation absprach und infolge dessen den Infusorien eine einfachere Organisation zumuthete, als sie ihnen in Wirklichkeit eigen ist; zweitens aber durch die Behauptung, dass auch der Körper der Eingeweidewürmer und Hydroiden lediglich aus Sarcode bestehe, wodurch die scharfe Grenze zwischen Infusorien und den aus Geweben gebildeten Metazoen verwischt wurde.

Ganz unabhängig von DUJARDIN traten auch WOLDEMAR FOCKE, JONES RYMER, MEYEN und VON SIEBOLD gegen die EHRENBERG'sche Anschauung auf.

FOCKE, der sich übrigens in seinem im Jahre 1847 erschienenen Werke[2] noch eng an EHRENBERG anschloss, ja sogar die *Desmidiaceen* und *Diatomeen* zu den polygastrischen Thieren rechnet und die EHRENBERG'sche Lehre von der hohen Organisation im Allgemeinen für richtig und nur in einzelnen irrthümlich aufgefassten Theilen für reformbedürftig hielt, trat auf den im Jahre 1835 zu Bonn und im Jahre 1842 zu Mainz tagenden Wanderversammlungen deutscher Naturforscher[3] mit der höchst interessanten, seitdem von allen in dieser Richtung thätigen Forschern bestätigten Beobachtung auf, dass bei *Paramecium Bursaria* und bei einer *Vaginicole* (offenbar *Vaginicola crystallina)* der Leibesinhalt

[1] S. 111.

[2] Physiologische Studien.

[3] Conf. Isis, 1836, S. 785. Amtl. Bericht üb. d. 20. Versammlurg deutsch. Naturforsch. u. Aerzte in Mainz 1842. S. 227. STEIN I. S. 28.

in regelmässiger Rotation begriffen sei, woran aufgenommene Indigokörnchen in derselben Weise theilnehmen, wie die von EHRENBERG für Eier gehaltenen grünen Kügelchen; durch diese Beobachtung wurde das Vorhandensein eines polygastrischen Darmapparates geradezu ausgeschlossen. Dieselbe Rotation hat JONES RYMER bei *Paramecium Aurelia* beobachtet und hierüber der Versammlung englischer Naturforscher zu New-Castle im Jahre 1838 berichtet.[1] EHRENBERG trachtete die von diesen zwei Forschern beschriebene übereinstimmende Beobachtung durch zwei verschiedene Hypothesen mit seiner Anschauung in Einklang zu bringen. FOCKE gegenüber erhob er die Behauptung, dass die Circulation der Körnchen blos eine scheinbare sei: «Es ist ein Irrthum im Urtheil über das Gesehene grade in der Art, wie im Scheeren- oder Zangenspiel der Kinder, wo die auf netzartig verbundene Scheerenarme gestellten Bäumchen oder Thiere beim Bewegen der Scheerenarme ihren Ort sehr zu verändern scheinen, ohne aus ihrer wahren und festen Stellung weg zu kommen».[2]

Andererseits griff er JONES REYMER gegenüber auf der Versammlung zu New-Castle, der er persönlich anwohnte, zu einer neuen Hypothese, behauptend, dass der Darm der Magenthiere zuweilen auf Kosten des Magens bis zur gänzlichen Ausfüllung der Leibeshöhle sich erweitern könne, in welchem Fall die den Magensäcken sehr ähnlichen verschlungenen Nahrungstheile scheinbar im ganzen Körper circuliren.[3]

Um dieselbe Zeit wurde von MEYEN auf Grundlage von an *Paramecien* und *Vorticellen* angestellten Beobachtungen der Schlingact und das Vorwärtsdrängen der in die Körpersubstanz gelangten Nahrungstheilchen sehr genau beschrieben.[4] MEYEN schliesst sich vollkommen der DUJARDIN'schen Anschauung an und leugnet die Existenz des polygastrischen Darmapparates. Nach ihm wären die Infusorien mit einer schleimigen Substanz angefüllte, und in gewissen Beziehungen mit den Pflanzenzellen übereinstimmende Bläschen.

Zur richtigen Begründung des morphologischen Werthes der Infusionsthiere wurde der wichtigste Schritt ohne Zweifel von v. SIEBOLD gethan, indem er eine bereits von MEYEN und OWEN[1] flüchtig berührte Idee bestimmter ausführte, welche hiedurch berufen ward die Organisation der Protisten mit dem Grundprincip der modernen Biologie, mit der dem schöpferischen Genie eines SCHLEIDEN und SCHWANN soeben entsprungenen Zellentheorie in Einklang zu bringen. In seinem ausgezeichneten und auch heute noch unentbehrlichen Lehrbuch der vergleichenden Anatomie behandelt v. SIEBOLD bei den wirbellosen Thieren[2] die Organisations-Verhältnisse der Infusorien zwar mit einer einem Handbuch angemessenen Kürze, nichts desto weniger findet man aber darin seine Ansicht über die Organisation der Infusorien klar und in scharfen Zügen dargelegt. Die Function der pulsirenden Vacuolen ausgenommen — welche er, wie, nach Obigem, bereits im vorigen Jahrhundert GLEICHEN, für ein primitives Organ der Circulation betrachtete, welche Ansicht später von CLAPARÈDE und LACHMANN, den erbittersten Gegnern der v. SIEBOLD'schen Lehre getheilt wurde, — stimmt v. SIEBOLD mit der DUJARDIN'schen Ansicht überein. Im Widerspruch zu DUJARDIN der auf das Vorkommen der von EHRENBERG für Hoden gehaltenen Gebilde kein grosses Gewicht legte, wies v. SIEBOLD darauf hin, dass im Inneren der meisten Infusorien und Rhizopoden ein scharf umgrenzter, consistenterer Körper, ein K e r n (n u c l e u s), und in oder neben diesem häufig ein kleineres K e r n k ö r p e r c h e n (n u c l e o l u s) enthalten sei. Im Bestreben den morphologischen Werth der Infusorien und Rhizopoden vom Standpunkt der Zellentheorie zu bestimmen, gelangt v. SIEBOLD zum Schluss, dass diese Thiere e i n e r e i n z i g e n Z e l l e entsprechen. Diese unter dem Namen *Protozoa* zusammengefassten einzelligen Thiere betrachtete v. SIEBOLD als Repräsentanten einer auf der untersten Stufe des Thierreichs stehenden besonderen Hauptgruppe der wirbellosen Thiere (Arthropoda, Mollusca, Vermes, Zoophyta-Coelenterata et Echinodermata LEUCKART). Nach v. SIEBOLD g e h ö r e n d a h e r d i e s e r u n t e r s t e n H a u p t g r u p p e j e n e T h i e r e a n, b e i w e l c h e n d i e e i n z e l n e n O r g a n s y s t e m e n i c h t s c h a r f d i f f e r e n z i r t s i n d, u n d d e r e n e i n f a c h e r O r g a n i s m u s a u f e i n e e i n z i g e Z e l l e z u r ü c k g e-

[1] AAP. (1839) S. 80.
[2] STEIN, I. S. 29.
[3] STEIN, l. c.
[4] AAP. (1839) S. 75.

[1] The Edinburgh new philosophical Journal, No. 69, (1843.) S. 185 Conf. v. SIEBOLD, Bericht. AAP. (1845) 116.
[2] Lehrbuch d. vergleichenden Anatomie, Berlin 1845—48, I. Bd. S. 8 bis 25.

führt werden kann.[1] Seitdem SCHWANN die Uebereinstimmung der Pflanzen und Thiere in Structur und Entwickelung nachgewiesen hat, kann es — wie v. SIEBOLD treffend bemerkt — keinen Anstoss mehr erregen, dass die niedersten Thiere und Pflanzen mit einer einfachen Zelle übereinstimmen.[2]

Zur Zeit von v. SIEBOLD's Auftreten wurden unsere Kenntnisse über die Fortpflanzung der niedersten Pflanzen mit Entdeckungen von höchster Wichtigkeit bereichert, und durch diese wurde v. SIEBOLD in der Umschreibung der Gruppe der Protozoen geleitet. NEEDHAM und BUFFON, GIROD CHANTRANS und INGENHOUSS wussten und beschrieben schon zu Ende des vorigen Jahrhundertes, dass in gewissen Algenfäden zuweilen kleine Kugeln sich bilden, welche aus dem Faden frei geworden von grünen Infusorien in nichts sich unterscheiden und gleich diesen scheinbar ganz willkürlich flink umherschwimmen; INGENHOUSS konnte sogar beobachten, wie diese thierähnliche Generation der *Conferva rivularis* aufs Neue zu Algenfäden auswuchs. Aehnliche Beobachtungen wurden von BORY de ST. VINCENT im Jahre 1800, und von MERTENS im Jahre 1805 mitgetheilt; TRENTEPOHL konnte im Jahre 1807 beobachten, wie aus den keulenförmig aufgetriebenen Fadenenden der *Vaucheria clavata* verhältnissmässig grosse, grünen Infusorien ähnliche, bewegliche Körperchen hervorschlüpften, welche, eine Zeit lang umherschwimmend, endlich am Rande des Gefässes sich ansammelten und hier zur Ruhe gekommen allmälig zu *Vaucherien* auswuchsen. Die TRENTEPOHL'sche Beobachtung wurde im Jahre 1814 von NEES v. EISENBECK bestätigt. Bald darauf wurden von GRUITHUISEN, GAILLON, HOFFMANN, BANG, AGARDH, MEYEN, ROTH, CHAUVIN, TREVIRANUS und KÜTZING ähnliche Beobachtungen an zu den Arten *Draparnaldia plumosa, D. conglomerata, Ulothrix zonata, U. compacta, Conferva rivularis, C. annulina, Ectocarpus tomentosus, E. siliculosus, Enteromorpha clathrata, Bryopsis arbuscula* und *Saprolegnia ferox* gehörigen Algen angestellt.[3]

Trotz dieser Beobachtungen verstrich wunderbarer Weise eine geraume Zeit, ehe es mit Bestimmtheit erkannt wurde, dass gewisse Algen (die sogenannten *Zoosporeen*) durch frei bewegliche Sporen, oder nach der modernen Terminologie, durch *Schwärmsporen* (*Zoocarpa* BORY, *Sporidia* AGARDH, *Gonidia* KÜTZING, *Sporozoïda* SOLIER, *Zoospora* DECAISNE) sich fortpflanzen; die diesbezüglichen Beobachtungen wurden entweder für ganz und gar irrthümlich gehalten — und INGENHOUSS beklagt sich mit Recht, dass manche Naturforscher von der Unmöglichkeit der Sache so sehr überzeugt seien, dass sie sich nicht einmal die Mühe nehmen, sie zu überprüfen[1] — oder leichtfertiger Weise dahin ausgelegt, dass die Algen unter gewissen Bedingungen zu Infusorien und diese wieder zu Algen sich umwandeln können, — eine Auffassung, welche von EHRENBERG mit Recht aufs Energischeste bekämpft wurde.[2]

Auch UNGER, der sich bereits im Jahre 1827 mit den Fortpflanzungs-Verhältnissen von *Vaucheria clavata* befasste, konnte nicht viel mehr als seine Vorgänger erreichen; erst im Jahre 1842, als er seine Untersuchungen über die *Vaucheria* fortsetzte, gelang es ihm mittelst starker Linsensysteme seines ausgezeichneten Plössel'schen Mikroskopes Cilien auf der Oberfläche der durch Jod abgetödteten Schwärmsporen zu entdecken; er fand, dass die Schwärmsporen mit den Ciliaten, sowie mit den Embryonen der *Hydroiden* und *Medusen*, welche von MEYEN, LOVÉN, EHRENBERG, v. SIEBOLD und SARS kurz vorher waren entdeckt worden, vollkommen übereinstimmen, und folgerte hieraus dass die Schwärmsporen von *Vaucheria* und den übrigen Algen echten thierischen Embryonen entsprechen, welche sich aber über diese primitive Stufe des Thierlebens nicht erheben können, sondern nach kurzem animalischem Leben auf die Dauer in das niedere vegetabilische Leben zurücksinken, aus welchem sie hervorgegangen waren. «*Pflanzen und Thiere stehen sich also nach dieser Vorstellung näher als man gewöhnlich annimmt, und ich sehe wenigstens nichts Widersprechendes darin, die Thierwelt als die Zweitgeburt der schöpferischen Allmacht zu betrachten, der die Pflanzenwelt vorausgehen musste. — — Die Pflanzenwelt ist, wie schon* OKEN *so treffend aussprach, die Gebärmutter der Thierwelt*».[3]

[1] S. 3.
[2] S. 7.
[3] Conf. EHRENBERG, S. 65, 108. — TREVIRANUS, Physiologie der Gewächse. I. Bd. Bonn (1835), S. 20 — Dictionnaire universel d'histoire naturelle. X. Paris 1849, CAMILLE MONTAGUE, Artikel Physiologie. — UNGER, Die Pflanze im Momente der Thierwerdung. Wien (1843), II. und XIV. Brief. STEIN III. S. 12.

[1] Conf. TREVIRANUS, op. c. 23.
[2] S. 37.
[3] S. 96, 97.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass jene in lebensvollem glänzendem Stil gehaltenen, mit hinreissender Begeisterung geschriebenen achtzehn Briefe, worin UNGER die Ergebnisse seiner glänzenden Untersuchungen über die «Thierwerdung der Pflanzen» mittheilte, trotz der darin enthaltenen etwas zu sanguinischen Speculationen, das erste Fundamentalwerk für die Kenntnisse über die Fortpflanzung der Algen durch Schwärmsporen abgeben.

Der auf dem Gebiete der Phykologie unsterblich verdiente THURET konnte die Richtigkeit der UNGER-schen Entdeckungen noch im selben Jahre bestätigen, und gleichzeitig mittheilen, dass die Schwärmsporen der *Oedogonium*-Arten einen Kranz von Cilien, die von *Conferva rivularis* und *glomerata* aber zwei feine Geisselfäden und einen rothen Augenfleck führen, so dass die in den regelrechten Entwickelungsgang der Algen gehörigen, frei beweglichen Sporen mit vielen der EHRENBERG'schen Infusorien in jeder Hinsicht übereinstimmen.[1]

Gestützt auf diese stets zahlreicher werdenden und in immer weiteren Kreisen für richtig anerkannten Entdeckungen, hat SIEBOLD nicht blos die *Bacillarien* und *Closterinen*, wie schon DUJARDIN, von den Protozoën ausgeschieden und in das Pflanzenreich verwiesen, sondern auch unter den darmlosen Infusorien EHRENBERG's alle jene, welche sich von den Schwärmsporen der Algen nur unwesentlich unterscheiden: mithin sämmtliche *Monadinen, Cryptomonadinen, Volvocineen, Vibrionen, Dinobryinen*, und nur die *Astasieen* und *Peridinen* aufgenommen. v. SIEBOLD huldigte dem Grundsatz, dass zwischen Thier- und Pflanzenreich eine scharfe Grenze bestehe, und meinte den hauptsächlichsten Unterschied zwischen Thier und Pflanze in der Contractilität resp. Starrheit des Leibes zu erkennen: so sehr auch die einzelligen Pflanzen gewissen Protozoën ähnlich kommen mögen, so unterscheiden sie sich von diesen doch dadurch, dass ihr Leib starr, der Thierleib aber contractil ist.* Dass die Zweitheilung der niedersten Wesen auf Grundlage ihrer Contractilität resp. deren Mangel ohne Willkür nicht durchzuführen ist, unterliegt beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse keinem Zweifel; sind doch die Schwärmsporen bei einigen Repräsentanten der allgemein und mit Recht für Pflanzen angesprochenen *Chytridieen* eben so contractil, wie die *Amoeben*;[1] die unausgesetzten Formveränderungen der männlichen Schwärmer von *Volvox* entsprechen vollkommen denen der *Astasieen*; die Schwärmsporen, hauptsächlich aber die *Amoeben* und *Plasmodien* der *Myxomyceten* können es hinsichtlich der Contractilität mit den Rhizopoden aufnehmen u. s. f. Doch gelang es auch v. SIEBOLD nicht sein Princip consequent durchzuführen; während er nämlich das ganz starre *Chlorogonium enchlorum* und die gleichfalls starrleibigen *Peridineen* und *Chaetomonaden* unter die Protozoën aufnahm: verwies er die *Dinobryinen* — trotzdem sie eben so contractil, wie die *Astasieen* und eigentlich nur Gehäuse bewohnende und einzeln oder in Colonien schwärmende *Astasieen* oder *Euglenen* sind — mit zahlreichen, gleichfalls contractilen farblosen *Monadinen* in das Pflanzenreich; desgleichen hatte er auch die *Spongien* für Pflanzen erklärt, da ihre von GRANT entdeckten Embryonen in gewissen Beziehungen mit den beflimmerten Schwärmsporen der *Vaucherien* übereinzustimmen scheinen. Der von fremden Elementen ziemlich gereinigte Typus der Protozoën wird von v. SIEBOLD folgender Weise classificirt:[2]

Protozoa.

A) **Classis Infusoria.**

Die Bewegungswerkzeuge bestehen hauptsächlich aus Flimmerorganen.

I. ORDO ASTOMA.

Infusorien ohne Mundöffnung.

Familiæ: *Astasiaea, Peridinaea, Opalinaea.*

II. ORDO. STOMATODA.

Infusorien mit deutlicher Mundöffnung und Speiseröhre.

Familiæ: *Vorticellina, Ophrydina, Enchelia, Trachelina, Kolpodea, Oxytrichina, Euplota.*

[1] Recherches sur les organes locomoteurs des Algues. Ann. des sc. nat. Botanique. 1843. II. Sér. XIX. S. 266.

* Ausser in dem citirten Werke hat dies v. SIEBOLD noch in zwei Abhandlungen ausgeführt: Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis. Erlangæ. 1844. und: Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) S. 270.

[1] A. SCHENK, Ueber das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreich. Würzburg, 1858.

[2] S. 10.

B) **Classis Rhizopoda.**

Die Bewegungswerkzeuge bestehen aus verästelten, stets veränderlichen und gänzlich zurückziehbaren Fortsätzen.

I. ORDO. MONOSOMATIA.

Familiæ: *Amoebea, Arcellina.*

II. ORDO. POLYSOMATIA (POLYTHALAMIA).

Genera: *Vorticalis, Geoponus, Nonionia.*

Ein Blick genügt um zu sehen, dass die Spitze der v. SIEBOLD'schen Lehre von der Einzelligkeit gegen das «Princip überall gleich vollendeter Entwickelung» gekehrt ist, und EHRENBERG, der das sehr gut fühlte, war, wie uns die weitere Entwickelung der Wissenschaft lehrt, im Irrthum, wenn er glaubte, die ketzerische neue Lehre ohne Gegenargumente, sondern einfach auf die eigene Autorität gestützt, mit sarkastischer Zurechtweisung zum Fall bringen zu können, indem er v. SIEBOLD gegenüber meint, dass: «der fleissige Autor doch vorsichtiger die Wissenschaft vor neuen Meinungen über die Organisation der mikroskopischen Organismen hätte schirmen sollen, die leicht hinein, aber schwer herausgebracht werden; denn bekanntlich erörtern die meisten Schriftsteller nicht das Wahre, sondern das Falsche in langen Worten und unnöthigen Schriften.»[1]

Gleichzeitig mit v. SIEBOLD, aber unabhängig von diesem, hat auch KÖLLIKER die ganz neue und wichtige Ansicht verkündet, dass es Thiere gäbe, welche ihr ganzes Leben hindurch auf dem Werth der morphologischen Einheit stehen bleiben, von welchem die übrigen Thiere ausgegangen waren, d. h. sie bleiben bis zu Ende einzellig. KÖLLIKER stützte seine Lehre auf Studien über die *Gregarinen,* und führte aus, dass diese noch wenig bekannten parasitischen Organismen von den Eingeweidewürmern unbedingt zu trennen sind, da sie sich von diesen durch das Einfache ihrer Organisation wesentlich unterscheiden, indem ihr ganzer Leib aus einer einzigen Zelle besteht; sie wären daher als eine neue, von einzelligen Wesen gebildete Familie unter die Infusorien zu reihen. Für KÖLLIKER erleidet es ferner nicht den geringsten Zweifel, dass es ausser den *Gregarinen* auch noch andere einzellige Infusorien gebe, so die Genera *Bodo, Monas, Spirillum, Vibrio* u. m. A.[2]

Zur Bekämpfung der von FRANTZIUS und HENLE gegen die Einzelligkeit der *Gregarinen* erhobenen Einwände zog KÖLLIKER in der von ihm und v. SIEBOLD, dem anderen Begründer der Lehre von der Einzelligkeit, im Jahre 1848 gegründeten und seitdem in der Wissenschaft zu so hoher Autorität gelangten «Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie», gleich in der ersten Abhandlung,[1] worin er seine sämmtlichen Untersuchungen über die *Gregarinen* mittheilt, mit gewichtigen Beweisgründen zu Felde, seinen Standpunkt glücklich vertheidigend und behauptend. Im nächsten Jahre macht KÖLLIKER in einem mit Recht berühmt gewordenen Aufsatz über *Actinophrys Sol* (richtiger *Actinosphaerium Eichhornii*) die Angabe, dass nicht nur für diese und die übrigen Rhizopoden, sondern wie vor ihm schon v. SIEBOLD ausgesprochen hatte — auch für sämmtliche Infusorien das wichtigste Charakteristikum in der Einzelligkeit bestehe. «Ich gehe davon aus, dass die Infusorien (von denen ich die Räderthiere und die zu den Pflanzen gehörenden Bacillarien, Volvocinen, Closterinen ausschliesse) alle ohne Ausnahme aus einer einzigen Zelle bestehen. Ich glaube nämlich, dass was ich für die Gregarinen nachgewiesen habe, für alle eigentlichen Infusorien gilt, wie es auch von v. SIEBOLD in seiner vergleichenden Anatomie aufs schönste nachgewiesen worden ist. Für mich sind alle Infusorien gleich einer Zelle, die bei den einen ganz geschlossen ist (Gregarina, Opalina, Euglena u. a.) bei den andern einen Mund oder selbst zwei Oeffnungen hat. Dass dem so ist, kann für den, der eine Opalina, Bursaria, Nassula u. s. w. nur etwas genauer untersucht, auch nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, er wird eine meist contractile und mit Wimpern besetzte structurlose Zellmembran, einen oft theilweise contractilen Zelleninhalt mit Körnern und Vacuolen und fast immer einen homogenen, oft sonderbar gestalteten Kern finden.»[2]

Die Ansichten von der hohen und der einfachen Organisation, welche, wie wir sehen, immer wieder aufs neue auftauchten, standen sich nie so schroff gegenüber, als zu Anfang der letzten drei Decennien, und den Forschern dieser Periode fiel die wichtige Aufgabe zu, die strittige Frage endgiltig zu

[1] Monatsber. d. Berliner Akad. (1848) S. 235.

[2] Die Lehre von der thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen nach neuesten Fortschritten dargestellt. SCHLEIDEN und NÄGELI's Zeitschr. f. wiss. Botanik. II. Heft. Zürich. (1845) S. 97 bis 99.

[1] Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere.

[2] ZWZ. I. (1849) S. 210 bis 211.

entscheiden, wozu nicht nur die an den Protisten angestellten directen Beobachtungen, sondern auch die Errungenschaften der im ersten Jahrzehnt ihres Bestandes nur wenig fortgeschrittenen, dann aber rapid aufblühenden Zellenlehre die Möglichkeit boten.

Bevor ich aber auf die Darlegung der an überraschenden Entdeckungen überaus reichen Thätigkeit der letzten dreissig Jahre übergehe, finde ich es für geboten des gross angelegten PERTY'schen Werkes [1] über die gesammte mikroskopische Welt seines Vaterlandes (Schweiz) zu gedenken, welches, wie STEIN nicht ungerecht bemerkt,[2] in vielen Hinsichten hinter seinem Zeitalter zurückblieb; nur meine ich diesem Urtheil im Interesse der Wahrheit sofort anfügen zu sollen, dass das PERTY'sche Werk anderseits in vielen Stücken seiner Zeit vorangeeilt war. Wie auch durch seine übrige vielseitige literarische Thätigkeit bewiesen wird, ist PERTY ein Forscher von hoher Selbstständigkeit, der die sich selbst gesteckten Pfade wandelnd anhält, wo er es für nöthig erachtet, und tief in das Wesen der Dinge eindringt, während die von Anderen für wichtig gehaltenen Einzelheiten ihn nicht interessiren, und flüchtig übergangen werden. Dies ist der Grund, weshalb PERTY's Untersuchungen sehr ungleichen Werth besitzen, und es schwer fällt, aus dem eigenthümlichen Gemenge von Gründlichkeit und Oberflächlichkeit die werthvollen Daten herauszufinden. PERTY stützt sich auf die Kenntniss sehr zahlreicher Formen, unter welchen er viele bis dahin Unbekannte beschreibt. Von seinen Untersuchungen enthalten besonders die auf die feinere Organisation seiner *Phytozoiden*, auf die genaue Unterscheidung der Formen, und die auf die Fortpflanzung bezüglichen sehr werthvollen Details; dasselbe kann von den *Rhizopoden* gesagt werden; dagegen sind die von ihm über die *Ciliaten* gelieferten Angaben — da er, wie DUJARDIN, auf Kerngebilde, pulsirende Vacuolen und auf die feineren Verhältnisse der Bewimperung kein besonderes Gewicht legte — entschieden oberflächlich, und sind viele der von ihm beschriebenen *Ciliaten* ganz und gar unkenntlich. Es scheint zwar, als ob sich PERTY im Grossen und Ganzen auf DUJARDIN stützte; doch hat er die Sarcode-Theorie des Letzteren nicht mit Consequenz acceptirt, obschon er, wie oben bereits erwähnt wurde, ab und zu, namentlich bei den *Phytozoiden*, den Leib aus Protoplasma bestehend angibt. Innerhalb des Typus seiner *Urthiere (Archezoa)* nimmt er einen Unterschied nicht nur bezüglich der höheren oder niedrigeren Organisation, sondern auch hinsichtlich des Typus dieser Organisation an, und vergleicht daher die Vollkommeneren unter ihnen nicht mit einer einzelnen Zelle, sondern mit einer Combination mehrerer unvollkommen entwickelter Zellen.[1] Aus der EHRENBERG'schen Lehre übernimmt er die Eier, die er als *Blastien* bezeichnet, unter welchem Namen er, wie unter Eiern, die verschiedensten Einschlüsse des Protoplasma versteht, mit deren weitere Entwickelung er aber, ebenso wie EHRENBERG, schuldig blieb. Ein gutes System lässt sich nur auf Grundlage richtiger und einheitlicher morphologischer Kenntnisse construiren; in Ermangelung dieser wird man im PERTY'schen System viel Originelles, aber wenig Befolgenswerthes finden. Ich lasse das System hier folgen:

Subregnum: Archezoa, Urthiere.

I. Classis Infusoria.

1. Ciliata. *Wimperthierchen.*

SECTIO I. MIT SCHWINGENDEN WIMPERN.

A) Spastica, Zusammenschnellend.

Können den Körper und auch oft Stiel (wenn sie diesen haben) wie krampfhaft zusammenziehen, so dass er aus der mehr gestreckten Gestalt in eine ovale und kugelige (der Stiel in eine spiralgerollte) übergeht. (Die einzigen Wimperthierchen, bei welchen Gesellschaften vorkommen. Einigermassen den Bryozoën und manchen Rotatorien verwandt.)

Familiae: *Vaginifera*, *Vorticellina*, *Ophrydina*, *Urceolarina*.

B) Monima. Behalten, obschon sehr contractil, im Ganzen ihre Form bei, lassen daher weder Zusammenschnellen, noch Gestaltenwechsel wahrnehmen.

Familiae: *Bursarina*, *Holophryina*, *Paramecina*, *Aphthonia*, *Decteria*, *Cinetochilina*, *Apionidina*, *Tapinia*, *Tracheliina*, *Oxytrichina*, *Cobalina*, *Euplotina*, *Colepina*.

C) Metabolica. Formwechselnde.

Sehr contractil; ändern proteusartig durch Zusammenziehung und Ausdehnung ihre Gestals (Leibeswimpern kaum angedeutet; nur am halsförmigen Fortsatz deutlich.

Familia: *Ophryocercina*.

[1] Zur Kenntniss kleinster Lebensformen etc. Berlin 1852.

[2] I. S. 34.

[1] S. 51.

SECTIO II. MIT NICHT SCHWINGENDEN WENIG CONTRACTILEN WIMPERN (ODER FÄDEN).

Familia: *Actinophryina* (*Heliozoa* und *Acinetina* vereinigt).

2. Phytozoida. *Pflanzenthierchen.*

SECTIO I. FILIGERA. MIT EINEM ODER MEHREREN GEISSELFÄDEN.

A) Bewegungsfaden tritt aus der Körpermitte hervor. Familia: *Peridinida.*

B) Der oder die Bewegungsfäden treten aus dem Vorderende, oder nahe am selben hervor (keine schwingenden Wimpern).

Familiae: *Cryptomonadina*, *Thecamonadina*, *Astasiaea*, *Monadina*, *Volvocina*, *Dinobryina.*

SECTIO II. SPOROZOIDIA.

(PERTY zählt hierher ausser dem Genus *Chlamydomonas* und *Hysgium* (= *Chlamydococcus A. Br.*, *Haematococcus v. Fl.*) auch noch die von den obigen Gruppen ohne Zwang untrennbaren Schwärmsporen der Algen.)

SECTIO III. LAMPOZOIDIA.

Farblos, selten blau, gelb röthlich (nicht grün) gefärbt, ohne specifische Organe, kaum mit einer Spur von Differenzirung ihrer Substanz. Bewegung scheinbar willkürlich, in Wahrheit automatisch. Vermehren sich durch Quertheilung und stellen so Ketten und Fäden dar.

Familia: *Vibrionida.*

Classis II. Rhizopoda.

Familiae: *Arcellina*, *Spongillina*, *Amoebina.*

DRITTE PERIODE.

Forschungsergebnisse der letzten drei Decennien und gegenwärtiger Stand der Kenntnisse der Protisten.

I. ERWEITERUNG DER KENNTNISSE VON DEN FORMEN, UND DIE VERWANDTSCHAFTSVERHÄLTNISSE DER PROTISTEN.

Zur leichteren Uebersicht halte ich es für zweckmässig die sehr reichen Ergebnisse, zu welchen die Forschung der letzten drei Jahrzehnte gelangte, in einzelne Capitel zusammengefasst darzulegen.

Von den zahlreichen, zu verschiedenen Gruppen gehörigen neuentdeckten Gattungen und Arten absehend, will ich mich hauptsächlich nur auf jene Entdeckungen beschränken, durch welche der Kreis der Protisten mit neuen charakteristichen Gruppen bereichert wurde, oder welche zu einer genaueren Kenntniss einzelner, von den Forschern früherer Zeiten weniger studirten Gruppen und Formen führten.

Gregarinen.

Wie bereits erwähnt, war es Kölliker, der die bis dahin für Eingeweidewürmer gehaltenen *Gregarinen,* wegen ihrer einer einzigen Zelle entsprechenden einfachen Organisation, zuerst unter die Infusorien einreihete. Auch Stein [1] hat diese Organismen unter die Protozoën aufgenommen, und zwar früher als Repräsentanten einer besonderen Classe *(Symphyten);* später aber, gestützt auf das Studium der *Monocystis*-Arten, glaubt er sie als eigene Ordnung den Rhizopoden anreihen zu müssen,[2] welche Zutheilung durch die wichtigen entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen von Lieberkühn, und neuestens von E. van Beneden [3] und Anderen eine wichtige Stütze erhielt. Haeckel zählt die *Gregarinen* sammt den *Amoeben* in die Gruppe der *Protoplasten,*[1] und überhaupt stimmen die meisten Forscher darin überein, dass die *Gregarinen* zu den Protozoën gezählt werden müssen. Obschon aber die Verwandtschaft der *Gregarinen* mit den Rhizopoden keinem Zweifel unterliegt, ist ihre Stellung unter den Protozoën doch nicht allgemein für berechtigt anerkannt. So werden sie von Claus noch in der zweiten Auflage seines Handbuches mit den *Schizomyceten, Myxomyceten, Monaden* und *Flagellaten* als zweifelhafte Organismen neben den Protozoën nur anhangsweise erwähnt.[2] Das gerade Gegentheil von Claus — der an den Gregarinen nicht genug des Animalischen findet, um sie zu den Protozoën zu zählen — liefert Schmarda in seinem Handbuch, wo die *Gregarinen* gerade so, wie mehr als ein viertel Jahrhundert vor dem Erscheinen dieses Werkes, noch immer in der friedlichen Gesellschaft der *Nematoden* anzutroffen sind.[3]

Radiolarien.

Die hervorragendsten, complicirt organisirten und an Arten sehr reichen Repräsentanten der Rhizopoden, welche Johannes Müller folgend heute allgemein *Radiolarien (Radiolaria)* genannt werden, waren Ehrenberg, wie bereits erwähnt, nur nach ihren feinen und zierlichen Kieselpanzern bekannt, und von ihm als *Gitterthierchen* oder *Zellen-*

[1] Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) S. 221.

[2] II. S. 6 u. 7.

[3] Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bull. de l'Acad roy. des sciences. 39. année. 2. sér. XXI. Bruxelles. 1871.

[1] Studien über Moneren. S. 61.

[2] Grundzüge der Zoologie. II. Aufl. Marburg u. Leipzig (1872), S. 102.

[3] Zoologie. I. Bd. Wien. (1871) S. 314.

thierchen (Polycistina) für eine eigene Classe des Thierreiches angesprochen worden. Die noch aus dem Jahre 1834 stammenden Untersuchungen von MEYEN, denen gemäss diese Wesen zu den Algen unter die *Palmellaceen* gehören, liefern über die Organisation der Radiolarien keinerlei Aufklärungen; umso wichtiger sind die von HUXLEY im Jahre 1851 und von JOHANNES MÜLLER im Jahre 1858 mitgetheilten Forschungen, da sie ergaben, dass diese interessanten Wesen den Protozoën angehören, und zwar bilden sie nach HUXLEY den Uebergang von den *Foraminiferen* zu den *Spongien*, nach JOHANNES MÜLLER sind sie als echte Rhizopoden *(Rhizopoda radiolaria,* oder kurzweg *Radiolaria)* diesen anzureihen. Diese Ansicht wurde von CLAPARÈDE und LACHMANN, desgleichen von HAECKEL, in seiner prachtvoll ausgestatteten grossartigen Monographie,[1] sowie unter Anderen auch von RICHARD HERTWIG [2] über jeden Zweifel erhoben, und dadurch die Rhizopoden mit einer neuen, hochinteressanten Gruppe bereichert wurden.

Heliozoën.

Gewisse Rhizopoden erinnern in mancher Hinsicht an die ausschliesslich pelagischen *Radiolarien,* namentlich an die *Acanthometriden,* obschon sie einen viel einfacheren Bau besitzen; von diesen waren einige Repräsentanten der Genera *Actinophrys, Actinosphaerium* und *Acanthocystis,* die sogenannten *Sonnenthierchen* schon EHRENBERG und sogar EICHHORN und anderen älteren Forschern bekannt. Von diesen niedlichen kleinen Organismen wurden durch die Untersuchungen von FOCKE, GREEFF, CIENKOWSKY, FR. E. SCHULZE, CARTER, WALLICH, HERTWIG und LESSER seit 1868 sehr viel Repräsentanten bekannt, und unter dem Namen der *Süsswasser-Radiolarien* (FOCKE und GREEFF),* oder richtiger der *Heliozoën* (HAECKEL) als eine besondere Gruppe der Rhizopoden anerkannt.

Während die neueren Forschungen einerseits zur Entdeckung von äusserst complicirt organisirten Rhizopoden *(Radiolarien* und zum Theil gewisse *Heliozoën)* führten: so gelangte man durch sie anderseits zur Kenntniss echter Ideale von Einfachheit, der «Organismen ohne Organe», nämlich der von HAECKEL als *Moneren* benannten einfachsten Wesen, deren zwei Gruppen, die *Lobomoneren* und *Rhizomoneren,* meiner Ansicht nach, von den *Amoebinen* und *Helizoën* kaum zu trennen sind, da sie sich von den einfachsten Formen der letzteren nur durch das Fehlen des Kernes, also nur durch ein negatives Merkmal unterscheiden. Diese im See- und Süsswasser gleichmässig vorkommenden einfachsten Wesen stehen bald an der äussersten Grenze des Sehens mit bewaffnetem Auge, bald wieder erreichen sie die verhältnissmässig bedeutende Grösse bis zu 1 mm. *(Protogenes primordialis, Protomyxa aurantiaca),* und bestehen aus lebender Ursubstanz (Sarcode, Protoplasma), in welcher keinerlei differenzirte Theile zu erkennen sind. Sie lassen Pseudopodien hervortreten, welche entweder lappenförmig, cylindrisch oder fingerförmig sind, wie bei den Amoeben, bald wieder feine unverästelte Strahlen, oder verästelnd Netzwerke bilden wie die Heliozoën; den Rhizopoden gleich nähren sie sich nach thierischer Art. Die Foıtpflanzung geschieht entweder durch Theilung oder dadurch, dass sie sich einkapseln und in kleine Kügelchen zerfallen, welche nach dem Platzen der Kapsel eine Zeit lang in *Monaden-Form* schwärmen, jedoch sehr bald zur *Rhizopoden-Form* zurückkehren; auch bezüglich der Fortpflanzung stimmen also diese Wesen, wie wir weiter sehen werden, mit den Rhizopoden überein. Die erste *Monere (Protogenes primordialis)* wurde von HAECKEL im Jahre 1864 bei Nizza im Mittelländischen Meer entdeckt,[1] welcher mehrere, von ihm und CIENKOWSKY beschriebene neue Formen *(Protamoeba, Protogenes, Protomonas, Vampyrella)* sich anschlossen.[2] Neuestens zählt HAECKEL[3] unter dem Namen der *Tachymoneren* auch die *Schizomyceten* unter die die erste Classe des *Protistenreiches* bildenden *Moneren,* worin er, wenn man erwägt, dass die *Schizomyceten* mit den *Moneren* nur im Mangel eines Kernes übereinstimmen, sonst aber in morphologischer Hinsicht von diesen wesentlich verschieden sind, gewiss keine Nachfolger finden wird.

In jüngster Zeit hat SCHMITZ durch Färbung mit Hæmatoxylin in zahlreichen Pflanzenzellen Kerne nachgewiesen, welche bisher für kernlos gehalten wurden, und betont in Folge dessen, dass durch wei-

[1] Die Radiolarien. Berlin. 1862.
[2] Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig. 1876.
* Doch giebt es auch im Seewasser lebende.

[1] ZWZ. XV. S. 360.
[2] HAECKEL, Studien über Moneren.
[3] Das Protistenreich. S. 87.

tere Untersuchungen der Zellkern wahrscheinlich auch in den *Moneren* wird nachzuweisen sein.[1] Und in der That, wenn man bedenkt, dass neuere Untersuchungen in bisher für kernlos gehaltenen Rhizopoden die Anwesenheit des Zellkerns dargelegt haben, — so haben namentlich die *Foraminiferen*, nach den Untersuchungen von RICHARD HERTWIG und E. F. SCHULZE sogar mehrere Kerne in ihrem Protoplasma-Körper; wenn man ferner bedenkt, dass der Kern auch in neuester Zeit entdeckten einfachsten Rhizopoden nachgewiesen werden konnte: so scheint allerdings viel Wahrscheinlichkeit in der Muthmassung von SCHMITZ zu liegen. Obschon ich bestrebt war mit den kernlosen Rhizopoden bekannt zu werden, und manche *Moneren* nach HAECKEL sehr gewöhnlich sein sollen: so gelang es mir doch nicht andere *Moneren* als die *Vampyrellen* zu Gesicht zu bekommen. Ob aber die *Vampyrellen* constant des Kernes entbehren, erscheint jetzt noch zweifelhaft; RICHARD HERTWIG und LESSER behaupten nämlich, in einem Individuum von *Leptophrys elegans* (mit *Vampyrella vorax* ohne Zweifei identisch), welches keine verschluckten Fremdkörper enthielt, drei blasse Kerne unterschieden zu haben.[2]

Vom Bathybius.

Ich kann an dieser Stelle jenes mysteriöse Ding, den so rasch zur Berühmtheit gelangten *Bathybius*, nicht unerwähnt lassen, durch dessen Entdeckung die wissenschaftlichen Kreise eine Zeit lang in fieberhafter Erregung gehalten wurden, welche aber sehr rasch in Erschöpfung überging. — Anlässlich der Untersuchung des Meeresgrundes, welche der Legung des transatlantischen Kabels voranging, stiess man schon im Jahre 1857 auf ein, zwischen Irland und Neu-Fundland in der durchschnittlichen Tiefe von 12,000 Fuss sich hinziehendes unterseeisches Plateau, dessen ganze Oberfläche mit äusserst zähem Schlamm bedeckt ist und winzige Rhizopoden mit Kalkschalen, hauptsächlich *Globigerineen*, dann eigenthümlich geschichtete Kalkscheibchen, *Coccolithen*, ähnlich jenen, welche von SORBY aus der Kreide beschrieben wurden, enthält. Dieser eigenthümlich zähschleimige Schlamm wurde von SIR WYVILLE THOMSON und WILLIAM CARPENTER im Jahre 1868 an Ort und Stelle selbst untersucht und darüber Folgendes geschrieben: «Dieser Schlamm war in der That lebendig; er ballte sich zu Klümpchen zusammen, als ob er mit Eiweiss versetzt wäre; unter dem Mikroskop erwies sich die klebrige Masse als lebende Sarcode.»[1] Nach den genauen mikroskopischen Untersuchungen, welche HUXLEY im Jahre 1868 an dem Schlamm, welcher dem Meeresgrund entnommen in starkem Weingeist conservirt wurde, ausführte, besteht dieser aus zum Theil sehr kleinen, zum Theil mit dem freien Auge wahrnehmbaren Klümpchen von verschiedener Form, und ist, den mikrochemischen Reactionen nach zu urtheilen, als Protoplasma anzusprechen, in welches die bereits erwähnten Kalkkörperchen eingebettet sind. HUXLEY hat diesem lebenden Protoplasma des Meeresgrundes den Namen *Bathybius Haeckelii* beigelegt. HAECKEL wurde durch ausführliche, an gleichfalls in Weingeist conservirtem Schlamm angestellte Untersuchungen zu Resultaten geführt, welche mit den HUXLEY'schen im Grossen und Ganzen übereinstimmten; auch er fand den *Bathybius* in gelappten, den Plasmodien der *Myxomyceten* ähnlichen, netzartigen Massen, und reihet ihn den *Rhizomoneren* an.[2] Nach diesen Untersuchungen schien es festzustehen, dass in den tiefsten Tiefen des Oceans äusserst einfache, aus reinem Protoplasma bestehende Wesen seit ungezählten Jahrtausenden ihr mysteriöses Leben fortführen. Ein günstiger Zufall hat wohl jenes Urprotoplasma entdecken lassen, aus welchem alles Lebende entsprungen, jenen *Urschleim*, dessen Vorhandensein im Uterus alles Lebens, im Weltmeere bereits von OKEN und den ihm folgenden Naturphilosophen vermuthet wurde? Oder war das Ganze nur ein eitler Traum, die Ausgeburt einer aufgeregten Gelehrtenphantasie?

Die unter der Leitung SIR WYVILLE THOMSONS gestandene Challenger-Expedition konnte auf ihrer 3½ Jahre dauernden Forschungs-Reise um die Erde trotz des sorgfältigsten Nachforschens kein lebendes Protoplasma am Meeresgrund entdecken. «Professor WYVILLE THOMSON — sagt HUXLEY[3] — theilt mir mit, dass die eifrigsten Bemühungen der Forscher

[1] Ueber die Zellkerne der Thallophyten. Separ. Abdr. aus den Sitzber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. 1879. S. 29.

[2] AMA. X. Suppl. (1874) S. 57.

[1] Annals and magaz. of nat. hist. 1869. vol. IV. S. 151. Conf. HAECKEL, Studien über Moneren; — ferner: Das Protistenreich.

[2] Das Protistenreich. S. 87.

[3] Nature. Aug. 19. 1875. Quarterly Journ. of microscop. science. 1875. XV. 392. Conf. HAECKEL, Das Protistenreich. S. 77.

des Challenger, den lebenden *Bathybius* zu entdecken, erfolglos blieben, und dass man ernstlich vermuthen kann, das von mir mit diesem Namen belegte Ding sei nichts weiter, als durch den starken Weingeist, worin der Schlamm vom Meeresgrund aufbewahrt war, in Flocken gefälltes Kalksulfat. Das merkwürdigste an der Sache ist, dass dieser anorganische Niederschlag von einem Eiweiss-Präcipitate kaum kann unterschieden werden.» Was die Einschlüsse des *Bathybius*, die *Coccolithen* betrifft, so sind es, wie zuerst Carter hervorhob, offenbar mikroskopische *Kalkalgen*. Hiernach hält Huxley den *Bathybius* für ein Kunstproduct, und das Vorhandensein eines am Meeresgrund lebenden Protoplasmas für widerlegt. So wurde der *Bathybius* unter dem Hohngelächter jener Zweifler zu Grabe getragen, welche gegen die Existenz des am Meeresgrund lebenden Urschleimes a priori Bedenken erhoben; aber nur für kurze Zeit: von Emil Bessels, der an der nordamerikanischen Polarexpedition als Naturforscher sich betheiligte, wurde er gar bald vom Tode erweckt. Bessels schreibt über das lebende Protoplasma am Meeresgrunde Folgendes: «Während der letzten nordamerikanischen Nordpol-Expedition fand ich in 92 Faden Tiefe in dem Smith-Sunde grosse Massen von freiem, undifferenzirtem, homogenen Protoplasma, welches auch keine Spur der wohlbekannten Coccolithen enthielt. Wegen seiner wahrhaft spartanischen Einfachheit nenne ich diesen Organismus *Protobathybius*. Derselbe wird im Reisewerk der Expedition abgebildet und beschrieben werden. Ich will hier nur erwähnen, dass diese Massen aus reinem Protoplasma bestanden, dem nur zufällig Kalktheilchen beigemischt waren, aus welchem der Seeboden gebildet ist. Sie stellten äusserst klebrige, maschenartige Gebilde dar, die prächtige amöboide Bewegungen ausführten, Carminpartikelchen, sowie andere Fremdkörper aufnahmen und lebhafte Körnchenströmungen zeigten.»[1]

Nach Alledem kann nicht bezweifelt werden, dass die Existenz des *Bathybius* doch kein Traumbild ist, und dass der Meeresgrund, wenn auch nur an mehr umschriebenen Stellen, aber immerhin aus einfachem Protoplasma bestehende Lebewesen beherbergt, vorausgesetzt, dass die Beobachtung Bessels' weder auf Irrthum noch auf vorsätzlicher Mystification beruht, zu welcher Annahme kein Grund und auch keine Berechtigung vorliegt.

[1] Haeckelia gigantea. Ein Protist aus der Gruppe der Monothalamien. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. IX. Bd. Neue Folge II. B. 2. H. S. 277.

Myxomyceten.

Die wichtigen Untersuchungen de Bary's[1] brachten mit dem Jahre 1858 ein ganz neues, fremdes Element in die Nachbarschaft der Rhizopoden, welches die gegen das Pflanzenreich scharf umschrieben gedachte Grenze der Letzteren zerstörte. Ueber die Entwickelung der ganz allgemein zu den Gastromyceten gezählten sogenannten *Schleimpilze (Myxomycetes Wallr., Myxogastres Fries)* war vor dem Auftreten de Bary's nur so viel bekannt — und dies wurde von Michelli bereits im Jahre 1729 aufgezeichnet, — dass ihre mit denen der Gastromyceten übereinstimmenden Sporangien aus einer sahneartigen, schleimigen Substanz hervorsprossen, von welcher auch die Benennung entlehnt wurde. Die von de Bary zur Erforschung der Entwickelung in grossem Umfang angestellten, genauen Züchtungsversuche führten zu dem sehr überraschenden, alsobald auch von Bail, Wigand (zum Theil auch von Hoffmann) und von Cienkowski bestätigten Ergebniss, dass aus den Sporen dieser Pilze, wenn jene eine gewisse Zeit (12 bis 24 Stunden) lang im Wasser gehalten werden, lebhaft bewegliche Schwärmer ausschlüpfen, welche sich von gewissen Monaden in nichts unterscheiden; im farblosen, etwas länglichen Protoplasma-Körper der Schwärmer lassen sich neben einem Kern 1 bis 2 pulsirende Vacuolen erkennen, und vom vorderen Ende des Körpers gehen ein, seltener zwei feine, wirbelnde Geisselfäden aus, mit deren Hilfe sie, fortwährend um die Längsachse rotirend, munter umherschwimmen. Ausser diesem freien Schwimmen sind die Monaden ähnlichen kleinen Schwärmer auch zum Kriechen auf einer festen Unterlage befähigt; in diesem Falle ziehen sie die Geisseln zurück, flachen sich ab und strecken spitze Pseudopodien hervor, so dass die mit gewissen kleinen actinophrysartigen Rhizopoden in Allem über-

[1] Bot. Zeit. 1858. Die Mycetozoën. Ein Beitrag zur Kenntniss der niedersten Thiere. ZWZ. Bd. X. (1859). Regensburger Flora. XX. 1862. No. 17 bis 19. Handb. d. physiolog. Botanik. II. B. I. Abth. Leipzig. 1866.

einstimmen, oder sie ziehen die Geissel ein und fliessen gleich einem schmelzenden Tropfen, in welcher Form sie mit den unter dem Namen der *Amoeba Guttula* und *Amoeba Limax* bekannten *Amoebinen* gänzlich übereinzustimmen scheinen. Es ist überraschend, dass sich die monadenförmigen Schwärmer, als ob sie selbständige *Monaden* wären, durch Theilung fortpflanzen. Mit dem Fortschreiten der Cultur entwickeln sich aus den Rhizopoden ähnlichen Gebilden, den sogenannten *Myxoamoeben*, grössere Protoplasmamassen, und zwar, wie Cienkowski durch sehr genaue Untersuchungen gezeigt hat,[1] in der Weise, dass mehrere *Myxoamoeben* mit einander verschmelzen und *Plasmodien* bilden. In diesen, aus dem Protoplasma zusammengeflossener *Myxoamoben* bestehenden Plasmodien sind keine Kerne mehr zu unterscheiden, doch konnte Cienkowski in der hyalinen Rindenschicht zahlreiche rhythmisch pulsirende Vacuolen ausnehmen. Am überraschendsten ist es aber, dass die gleich Rhizopoden herumkriechenden *Myxoamoeben* und Plasmodien gerade so, als wenn sie wirkliche Rhizopoden wären, fremde Körper aufnehmen und offenbar auch verdauen.[2] Durch Verschmelzen mehrerer Kleinerer wachsen die Plasmodien stetig an, wodurch bei gewissen Arten häufig faustgrosse und noch grössere, aus netzförmig verschlungenem Protoplasma bestehende Massen zu Stande kommen, in deren feinen fadenförmigen Fortsätzen, wie bei den Rhizopoden, lebhaft strömende Körnchen zu sehen sind; dabei können diese Massen sich langsam bewegen, den Ort verändern und sogar senkrecht, z. B. an feuchten Baumstämmen aufwärts kriechen. Nach Verlauf einer gewissen Zeit sprossen endlich aus den Plasmodien Sporangien hervor, in welchen sich durch endogene Zellbildung Sporen entwickeln, neben welchen bei manchen *Myxomyceten* noch ein Netzwerk eigenthümlicher elastischer Fäden sich heranbildet, das sogenannte *Capillitium*, durch welches beim Platzen der Sporangien die Sporen nach allen Richtungen hin zerstreut werden. Nach diesen überraschenden Ergebnissen seiner Untersuchungen gelangt de Bary zur Folgerung, dass die *Myxomyceten*, so sehr sie auch wegen der Sporangien den Pilzen ähnlich kommen mögen — aus dem Pflanzen- in das Thierreich zu übertragen wären, weshalb er sie auch *Myzetozoa*, d. h. *Pilzthiere* benennt; gleichzeitig bemerkt er auch, dass möglicher, ja sogar wahrscheinlicher Weise sämmtliche *Amoeben* in den Entwickelungskreis der *Mycetozoën* gehören. Diese Ansicht der Zugehörigkeit der *Myxomyceten* zu den Rhizopoden wird auch von Bail getheilt.[1] In Vertheidigung seines Standpunktes Hoffmann und Wiegand gegenüber beruft sich de Bary darauf, dass der Entwickelungsgang der von Cienkowski entdeckten *Monas parasitica*[2] und der *Gregarinen* mit dem der *Myxomyceten* im Wesentlichen übereinstimmt, und zieht die folgende Parallele:[3]

Myxogastres.	Monas parasitica.	Gregarinen.
Sporocyste	Cyste	Cyste
Sporen	Schwärmsporen	Psorospermien
Schwärmzelle	Schwärmsporen	wachsende, Amoeben ähnl. Körper
Amoeben-Zustand	Amoeben-Zustand	
Lange contractile Fäden		Gregarinen
Sporocyste	Cyste	Cyste.

Die äusserst werthvollen Untersuchungen Cienkowski's über die Entwickelung der *Monaden*, deren eine in der soeben erwähnten Parallele auch von de Bary citirt wird, ergaben, dass diese nach Art der Thiere sich ernährenden mikroskopischen Organismen in ihrem Entwickelungsgang mit jenem der *Myxomyceten* so sehr übereinstimmen, dass sie die Bande zwi-

[1] Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten und das Plasmodium. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botan. III. Bd. III. H. 1863.

[2] Metschnikoff sagt diesbezüglich Folgendes: «Es ist nichts leichter, als die Aufnahme nicht nur fein vertheilter Farbstoffe oder Stärkekörner, sondern auch so grober Körper, wie die gekochten Eigelbkörner oder quergestreifte Muskelfasern verschiedener Thiere in's Innere der Plasmodien zu beobachten. Alle diese Substanzen bleiben aber im Plasmodium 24 Stunden und noch länger liegen, ohne deutliche Veränderungen zu zeigen, welche auf einen Verdauungsact hinweisen könnten; der grössere Theil der aufgenommenen Körper wird im Gegentheil wieder ausgeworfen. Bessere Resultate gaben mir Experimente mit der Fütterung hellgelber Plasmodien von Physarum mit erweichten Sclerotiumzellen von Phloebeomorpha rufa. Solche Zellen werden nicht nur mit Leichtigkeit vom Plasmodium aufgenommen, sondern erleiden auch Veränderungen, welche auf Verdauung hindeuten. Die Zellen werden blass und verkleinern allmälig, bis sie gar nicht mehr unterschieden werden.» Schriften der neurussischen Gesellsch. d. Naturforscher in Odessa. V. (1877) 2. Conf. Zool. Anzeiger V. (1882) 311.

[1] Ueber die Myxogastres Fr. (Myxomycetes Wallr.). Verhandlg. der k. k. zoolog. botan. Gesellsch. (1859) S. 34.

[2] Die Pseudogonidien. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botan. I. B. II. Hft (1857) S. 371.

[3] Flora. XX. (1862) S. 303.

schen *Myxomyceten* und *Protozoën* nur noch mehr befestigen. Gewisse *Monaden*, von CIENKOWSKI *Monadeae zoosporeae* genannt,[1] insonderheit *Monas (Protomonas Haeck.) amyli, Pseudospora parasitica (= Monas parasitica), Ps. Nitellarum* und *Ps. Volvocis*, beginnen die erste Phase ihres Lebens als, jenen der *Myxomyceten* vollkommen ähnliche Schwärmer *(Monasform)*, welche sich, nachdem das Schwärmen eine Zeit lang gedauert hat, zu Rhizopoden mit spitzen Pseudopodien, oder wie CIENKOWSKI sagt, zu *actinophrysartigen Amoeben* verwandeln *(Amoebenform)*, welche von den Myxoamoeben in nichts verschieden sind; bei *Monas amyli* entwickeln sich sogar durch Verschmelzen mehrerer Schwärmer kleine fadenförmige Plasmodien; die *Amoeben* respective die Plasmodien ziehen sich schliesslich zu einer Kugel zusammen und secerniren eine Cyste, innerhalb welcher sie, nach einer Rast von verschiedener Dauer, in einzelne Schwärmer zerfallen, welche aus der Cyste hervortretend den soeben skizzirten Entwickelungsgang von Neuem beginnen. Denselben Verlauf nimmt die Entwickelung bei gewissen *Moneren* HAECKEL's, so bei *Protomyxa aurantiaca* und bei *Protamoeba Huxleyi*; dagegen fehlt im Entwickelungsgang anderer *Monaden*, insbesondere der *Colpodella pugnax Cienk.*, die *Amoebenform*, während bei der von CIENKOWSKI *Monadeae tetraplastae* genannten Gruppe *(Vampyrella, Nuclearia)* im Gegentheil die *Monasform* nicht vertreten ist. Auf diese Untersuchungen konnte CIENKOWSKI mit Recht die Behauptung stützen, dass gewisse unter die *Monaden* und Rhizopoden eingereiheten niederen Protozoën mit den *Myxomyceten* am nächsten verwandt sind; zu Alldem gesellt sich noch das durch die neuesten Untersuchungen zu Tage beförderte Ergebniss, wonach auch im Entwickelungsgang der *Heliozoën*, wie bei den *Monaden* CIENKOWSKI's, die *Monas-* und *Rhizopodenform* alternirt; es lässt sich sogar, wie RICHARD HERTWIG sagt, auch der Entwickelungslauf der *Radiolarien* mit dem der *Myxomyceten* am besten vergleichen.[2]

Während durch diese neueren Forschungen zwischen *Myxomyceten* und *Rhizopoden* eine nahe Verwandtschaft nachgewiesen wurde, haben in der anderen Richtung angestellte Untersuchungen die Bande zwischen *Myxomyceten* und den übrigen Pilzen enger geknüpft. Es hat nämlich BREFELD in *Dictyostelium mucoroïdes* eine Uebergangsform von den *Myxomyceten* zu den *Mucorineen* entdeckt, und FAMINTZIN und WORONIN haben nachgewiesen, dass das zu den *Isarieen* gehörige *Ceratium hydnoides* und die zu den *Hymenomyceten* in ein Subgenus der Gattung *Polyporus* gehörige *Polystica reticulata* dem Entwickelungsgange nach zu den *Myxomyceten* zu rechnen sei, woraus gefolgert werden könnte, dass unter den *Myxomyceten* verschiedene Pilztypen vertreten sind.[1]

Gegen die bei Botanikern heut zu Tage allgemeine Ansicht, wonach die *Myxomyceten* unter die Pilze gehören, ist neuestens eben der Botaniker SCHMITZ wieder aufgetreten, der auf den DE BARY-schen Standpunkt zurückgreifend betont, dass sie von den Rhizopoden viel schwerer zu trennen sind, als von den Pilzen.[2]

Die dargelegten Forschungs-Ergebnisse haben scheinbar eine Verwickelung hervorgerufen; thatsächlich wurde aber durch dieselben eine noch immer strittige These der Biologie geklärt und bewiesen, dass die Rhizopoden, deren höheren Formen man die animalische Natur gewiss nicht absprechen kann, durch Vermittlung der *Myxomyceten* mit den von den Pflanzen untrennbaren Pilzen durch eine ununterbrochene Reihe verbunden sind, dass auf diesen tiefsten Lebensstufen — wie PERTY sagt[3] — die populären Begriffe von Thier und Pflanze nicht mehr passen.

Wer sich mit dieser Wahrheit nicht befreunden will, dem bleibt nichts Anderes übrig, als den unentwirrbaren Knoten, gleich einem Alexander, entzweizuhauen, das heisst, in Ermangelung natürlicher Grenzlinien an willkürlich gewählte sich zu halten, wodurch man selbstverständlich auf das Gebiet der subjectiven Auffassung, und wie bei Ländern, welche

[1] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. 1865.
[2] Zur Histologie der Radiolarien. S. 81.

[1] Ceratium hydnoides Ab. et Schw. und Polystica reticulata Fr. (Polyporus reticulatus Nees) als zwei neue Formen von Schleimpilzen. Bot. Ztg. 30. Jahrg. No. 34. (1872) S. 613.

[2] Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungsb. der niederrhein. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. (1879). S. 21.

[3] Ueber die Grenzen der sichtbaren Schöpfung, nach den jetzigen Leistungen der Mikroskope undFerngläser. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge Von R. VIRCHOW und Fr. von HOLTZENDORFF. IX. Ser. Berlin 1874.

natürlicher Grenzen entbehren, zu fortwährenden Grenzstreitigkeiten gelangt.

Labyrinthuleen.

Ich muss an dieser Stelle der von Cienkowski entdeckten eigenthümlichen *Labyrinthuleen*[1] Erwähnung thun, welche eine besondere Gruppe von Protisten zu bilden scheinen, obschon sie in gewissen Beziehungen an die *Monaden* und *Myxomyceten* erinnern. Die *Labyrinthuleen* pflegen sich in der See auf untergetauchte Gegenstände zu lagern, und bestehen aus gruppenweise lebenden spindelförmigen membranlosen, einen Kern führenden und ihre Form verändernden Zellen. Diese Zellen scheiden Fäden aus, welche ein feines Netzwerk, gleichsam ein Schienennetz bilden, auf welchem die Zellen eigenthümlich fortgleiten und die verschiedensten Umwege beschreiben; später vereinigen sie sich zu Gruppen und secerniren eine gemeinsame Hülle, innerhalb welcher die einzelnen Zellen gesondert sich einkapseln, um nach kurzer Rast in vier Tochterzellen zu zerfallen, welche die Cysten verlassen und auf einem neuangelegten Schienennetz ihre gleitenden Bewegungen beginnen.

Flagellaten.

Die sogenannten *Flagellaten* — d. i. jene grosse Gruppe der Protisten, welche zuerst von Dujardin in einer besonderen Ordnung zusammengefasst wurde, deren Repräsentanten durch einen oder mehrere wirbelnde Geisselfäden («filaments flagelliformes») charakterisirt sind, und zu deren Bezeichnung zuerst von Cohn im Jahre 1850 der seitdem allgemein acceptirte Ausdruck *Flagellata* vorgeschlagen wurde[2] — waren im Vergleich zu den übrigen Gruppen der Protisten ziemlich vernachlässigt geblieben, und wurden erst in der jüngsten Zeit mit neuen Formen bereichert. Claparède und Lachmann haben in ihrem grossen Werk blos die *Cilioflagellaten*, die *Peridineen* Ehrenberg's bearbeitet, von den übrigen Flagellaten aber nur einzelne zerstreute Notizen mitgetheilt; die *Peridineen* jedoch wurden von ihnen mit mehreren interessanten Seeformen (zahlreichen *Dinophysis*-Arten, und dem neuen Genus *Amphidinium)* bereichert. Fresenius[1] beschrieb im Jahre 1858 unter dem Namen *Monas consociata* eine, durch gallertige, schleimige Substanz zusammengehaltene scheibenförmige Colonien bildende *Monadine*, welche später von Cienkowski[2] als *Phalansterium consociatum* bezeichnet und gleichzeitig mit einer verwandten Form, dem *Phalansterium intestinum*, dessen Colonien unverästelte Fäden bilden, beschrieben wurde. Auch hat Fresenius auf starren Stielen gruppenweise sitzende *Monadinen* unter der Bezeichnung *Anthophysa solitaria* beschrieben, welche mit der von Ehrenberg zu den *Vorticellinen* gerechneten *Epistylis Botrytis* offenbar identisch sind. Der amerikanische Forscher James-Clark hat denselben Flagellaten den Namen *Cadosiga pulcherrima* gegeben und gleichzeitig genaue Beschreibungen von vielen anderen, mit der obigen nahe verwandten, bisher unbekannten farblosen Flagellaten *(Bicosoeca, Codonoeca, Salpingoeca)* geliefert; alle diese Flagellaten scheinen hinsichtlich ihrer Organisationsverhältnisse mit den Geisselzellen (Kragenzellen) der Spongien genau übereinzustimmen und sind auch, wie die Letzteren, mit einem eigenthümlichen *Kragen* (collar) versehen, von dessen Mitte der einzige, lange Geisselfaden ausgeht. James-Clark wurde durch Studien über 15 Flagellatenarten und eines Kalkschwammes, der *Leucosolenia (Grantia) botryoides** zu der Ansicht geführt, dass die Spongien — deren Geisselzellen im Bau mit den von ihm beschriebenen Flagellaten, wie gesagt, gänzlich übereinstimmen, und zwar ausser der Allgemeinform und des aus der Mitte des Kragens herausragenden Geisselfadens, auch darin, dass sie mit zwei, in regelmässigen Zeiträumen abwechselnd pulsirenden Vacuolen und einer Mundöffnung versehen sind, durch welche sie nicht nur Wasser, sondern mit diesem auch kleine Fremdkörper aufnehmen, also fressen — dass mithin die Spongien nichts weiter als Monaden-Colonien sind; nach James Clark wird nämlich der charakteristischeste und allein wesentliche Theil des Spongienkörpers

[1] Ueber den Bau und die Entwickelung der Labyrinthuleen. AMA. III. Bd. III. Hft. 1867.

[2] Nachträge zur Naturgeschichte der Protococcus pluvialis Kützing. Nova acta Acad. Cæsar. Leop. Carol. Nat. Cur. XXII. II. 1850.

[1] Beiträge zur Kenntniss mikroskopischer Organismen. Frankfurt a. M. 1858.

[2] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. IV. 1870.

* Nach Haeckel ist dieser Schwamm nicht Leucosolenia botryoides, sondern wahrscheinlich mit Ascortis fragilis identisch. Die Kalkschwämme. I. Berlin (1872) S. 25.

durch die *Monaden-Schicht (Monadigerous layer)* gebildet, welche die Gänge auskleidend das Entoderm vorstellt; dagegen wäre die Spiculen führende, im Uebrigen aber structurlose äussere Schicht *(Cytoblastematous layer)*, d. h. das, was HAECKEL Ectoderm, Andere Mesoderm nennen, blos ein *«common dormitory»*, auf welcher die *Monaden-Colonie* ruht. Dieser Auffassung getreu meint er die Schwämme in die einzelnen Familien der Flagellaten *(Monadoidae, Bicosoecidae, Codosigoidae, Anthophysidae* etc.) einreihen zu müssen.[1]

Diese Ansicht JAMES CLARK's wurde von den Spongiologen, die heut zu Tage sämmtlich, der von LEUCKART seit 1854 befolgten Eintheilung sich anschliessend, die Schwämme für Coelenteraten halten, kühl zurückgewiesen, und meines Wissens erhob sich nur eine Stimme dafür, nämlich STEIN, der jene Ansicht nicht für ganz verwerflich hält.[2]

Eine grosse Anzahl neuer Formen wurde neuestens von BÜTSCHLI in einer die Kenntniss der Flagellaten wesentlich fördernden Abhandlung beschrieben.[3] Doch von sämmtlichen Arbeiten, welche seit EHRENBERG mit den Flagellaten sich befassten, ist der im Jahre 1878 erschienere III. Theil des von STEIN im Jahre 1859 begonnenen, gross angelegten monographischen Werkes[4] unstreitig die bedeutendste; sie erstreckt sich auf sämmtliche Flagellaten und bildet in der Kenntniss der Flagellaten einen allen Richtungen nach beträchtlichen Fortschritt. Von diesem weitläufigen Werk, welches STEIN selbst für die schwierigste und mühseligste, aber auch für die beste Arbeit seines ganzen Lebens hält, ist bisher blos der noch unvollendete allgemeine Theil erschienen; es kann aber aus dem erschienenen, auch die kurze Classification und die mit Erklärungen versehenen Tafeln enthaltenden Theile, auf die grosse Zahl der neuen Arten und der neuen morphologisch-physiologischen Daten, mit denen der grösste Forscher der letzten dreissig Jahre unsere Kenntnisse über die Flagellaten bereichert, geschlossen werden.

[1] On the Spongiæ Ciliatæ as Infusoria Flagellata; or Observationes on the Structure, Animality, and Relationship of Leucosolenia botryoides, Bowerbank. Memoires read before the Boston society of natural History. III Boston. 1867.

[2] III. S. 10.

[3] Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. 1878.

[4] Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. mit 24 Kupfertafeln. I. Hälfte. Leipzig 1878.

Verhältniss der Schwärmsporen von Algen und Pilzen zu den Flagellaten.

Durch die Entdeckung der Schwärmsporen der Algen wurde, wie bereits oben erwähnt, in Folge der Untersuchungen von UNGER und THURET, schon seit dem Jahre 1843 die Ansicht, wonach die Flagellaten im System neben die Wimperinfusorien einzureihen sind, bedeutend erschüttert, und v. SIEBOLD bewogen, mit Ausnahme der *Astasieen* und *Peridineen*, sämmtliche Flagellaten in das Pflanzenreich zu verweisen. Die neueren Studien über die Entwickelungsverhältnisse der niedersten Wesen mussten die engste Verwandtschaft zwischen gewissen Flagellaten und den Algen nur noch mehr befestigen, und die Untersuchungen von ALEXANDER BRAUN, NÄGELI, COHN u. A. führten alle zum Ergebniss, dass ein grosser Theil der chlorophyllhaltigen Flagellaten, insbesondere die *Volvocineen*, von den zur Ordnung der *Palmellaceen* gehörigen einzelligen Algen ohne Zwang nicht können getrennt werden, sondern mit diesen, als Repräsentanten einer besonderen Familie, unbedingt zu vereinigen seien; dasselbe lässt sich von den *Chlamydomonaden* und *Chlamydococcen (= Hæmatococcus Flotow)* sagen, welche ihren naturgemässen Platz in der Familie der *Protococcaceen* finden. Mit den Letzteren stehen wieder unzweifelhaft in der engsten Verwandtschaft EHRENBERG's chlorophyllhaltige *Monadinen (Monas grandis, M. tingens, Uvella virescens, M. Bodo, Microglena punctifera, M. monadina, Doxococcus ruber, D. Pulvisculus)*, die reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden Repräsentanten der *Cryptomonadinen* und *Astasieen*, die *Dinobryinen*, die zu den *Cyclidineen* gerechnete *Chaetomonas*, und schliesslich auch die grünen oder braunen *Peridineen*, welche von den *Volvocineen* und von *Chlamydomonas* kaum zu trennen sind, und LEUCKART verfuhr nur consequent, als er allen diesen Flagellaten ihren Platz unter den Algen anwies.[1]

Die heutige Kenntniss der Fortpflanzung der niedersten Pilze beweist ferner, dass die Repräsentanten mehrerer zur Ordnung der *Phycomyceten* gehöriger Pilz-Familien, namentlich die *Peronosporen, Saprolegnieen,* und *Chytridieen,* welche in vielen Beziehungen die farblosen Parallelgruppen der grünen *Siphoneen* und *Protococcaceen* bilden, gleichfalls durch Schwärmsporen sich fortpflanzen, welche Letz-

[1] Nachträge und Berichtigungen zu dem I. Bd. von J. VAN DER HOEVEN's Handb. d. Zoologie. Leipzig. (1856) S. 8.

teren zu den farblosen Flagellaten, insbesondere den *Monadinen* im selben Verhältniss stehen, wie die Schwärmsporen der Algen zu den grünen Flagellaten, d. h. sie sind in morphologischer Beziehung kaum von einander zu trennen.

Demgemäss wäre man also dahin gelangt, sämmtliche Flagellaten als in das Pflanzenreich gehörig zu betrachten. Und doch kann dies so lang nicht geschehen, bis man nicht auch die Ciliaten dem Pflanzenreiche zuweist; es gibt nämlich Flagellaten, welche Mund, Schlund und Afteröffnung, manche sogar in der Corticalschicht ihres Protoplasma-Leibes contractile Fasern, Myophanfasern, besitzen *(Eugleneen* und *Astasieen)* und von den Ciliaten nur durch das Fehlen des Flimmerhaare, oder eben durch das Vorhandensein der Geisselfadens abweichen; dabei bilden diese nicht etwa eine besondere Gruppe, sondern sie sind häufig auch genetisch sehr schwer von Formen zu unterscheiden, welche, ganz wie Pflanzen, mittelst Chlorophyll assimiliren; ja es können sogar die letzteren selbst gewisse chacraktristische Merkmale der Ciliaten besitzen.

Es ist zur Genüge bekannt, dass es unter den niedersten Pflanzen gewisse Parallelformen gibt, welche einander vollkommen gleichen, mit dem einzigen Unterschied, dass die eine Form reines oder modificirtes Chlorophyll enthält und nach Art der grünen Pflanzen, — die andere aber das Chlorophyll vermissen lässt und wie Pilze sich nährt. Oersted liefert von diesen Parallelformen die folgende Reihe:

A) Reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltend.	*B)* Farblos.
Oscillatoria	*Beggiatoa.*
Spirulina	*Spirochaeta.*
Leptothrix	*Leptomitus.* *Hygrocrocis.*
Palmellaceae	*Cryptococcaceae.*
Chlamydomonas	*Ch. hyalina.*
Synedra (Phycoxanthin enthaltende Art.)	*Synedra putrida.*[1]

Es kann sogar behauptet werden, dass sämmtliche Algen und Pilze auch nur solche Parallelgruppen sind, welche von Nägeli auf Grund des Vor- oder Abhandenseins von Chlorophyll getrennt wurden; vom morphologischen Standpunkt kann es demnach nur gebilligt werden, wenn mehrere competente Forscher, u. A. auch Sachs, Algen und Pilze zu einer gemeinschaftlichen Gruppe zusammenfassen.

[1] Oersted, System der Pilze, Lichnen und Algen. Leipzig (1873). S. 141.

Was nun aber von den chlorophyllhaltigen und farblosen niedersten Pflanzen steht: dasselbe hat in vollem Maass auch für die Flagellaten Gültigkeit. Auch unter diesen gibt es Parallelformen, welche zuweilen nicht einmal genetisch von einander zu unterscheiden sind; während aber die eine Form reines oder modificirtes Chlorophyll enthält und dieses nach Art der Pflanzen assimilirt: wird in der entsprechenden Parallelform das Chlorophyll vermisst, dagegen, ganz wie bei den Ciliaten, Mund und Schlund angetroffen, und eine vollkommen animalische Ernährungsweise beobachtet. Dies bezieht sich z. B. auf folgende Flagellaten:

A) Reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltende pflanzliche Flagellaten.	*B)* Mit Mund und Schlund versehene thierische Flagellaten ohne (oder blos mit Spuren von) Chlorophyll.
Arten von *Cryptomonas*	*Chilomonas Faramecium.*
« « *Euglena*	Arten von *Astasia (Peranema)*
« « *Peridinium*	« « *Gymnodinium.**

Hierher ist die auch von Oersted erwähnte *Chlamydomonas Pulvisculus* und ihre Parellelform *Ch. hyalina* zu rechnen, welche mit *Polytoma Uvella Ehrb.* offenbar identisch ist, sich von den anderen thierischen Flagellaten aber durch Mangel eines Schlundes unterscheidet.

Die innigste Verwandtschaft unter den Parallelformen der soeben angeführten Reihe wird wohl von Niemandem bezweifelt werden, und trotzdem wird man gezwungen sein, wenn man sonst an der populären Trennung der Organismen in pflanzliche und thierische festhält, einen Theil zum Pflanzenreich, den anderen zum Thierreich zu schlagen, wo diese in den Ciliaten eben so nahe Verwandte besitzen, wie jene in den Palmellaceen. Die *Cryptomonaden* und *Euglenen,* wie auch *Chlamydomonas Pulvisculus,* pflegen nach Ablauf der Schwärmperiode eine durchsichtige farblose Gallerthülle *(Gloeococcus-Form)* oder eine derbe Cellulosehülle *(Chroococcus-Form)* auszuscheiden, und nach einer — im ersteren Falle kürzeren, im letzteren zumeist

* Stein hat die panzerlosen und auf thierische Art sich ernährenden *Peridineen* in das Genus *Gymnodinium* eingetheilt, wohin er *G. Vorticella* St., G. *Pulvisculus St. (= Peridinium Pulvisculus Ehrb.), G. roseolum St. (= Glenodinium roseolum Schmarda)* zählt. (III. S. 90.)

längeren — Rast durch wiederholte Theilung sich zu vermehren; die junge Generation von Schwärmern macht dann den soeben beschriebenen Entwickelungsgang aufs Neue durch. Wenn nun aber diese reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden und ganz nach Art der Pflanzen sich nährenden Schwärmer weder in Bezug auf Organisation und Ernährung, noch auch hinsichtlich ihres Entwickelungsganges von den zur Familie der Palmellaceen gehörigen einzelligen Algen *(Palmella, Gloeocystis, Tetraspora, Vacuolaria u. A.)* sich unterscheiden: so darf man nicht den geringsten Anstoss nehmen, wenn von CIENKOWSKI *Cryptomonas ovata,* ferner *Chlamydomonas* und die *Euglenen* den Palmellaceen angereiht werden.[1] *

Auch die *Peridineen* können sich, wie die Untersuchungen von CLAPARÈDE und LACHMANN beweisen, nachdem sie den Panzer abgeworfen, in spindel- oder halbmondförmige Cysten umwandeln, innerhalb welchen eine neue Generation entsteht. In dieser Form scheinen auch die *Peridineen* mit gewissen einzelligen Algen übereinzustimmen, und auch mit den Palmellaceen in sehr nahen Verwandtschaftsbeziehungen zu stehen.

So sehr aber die chlorophyllhaltigen Flagellaten während ihrer Ruhezeit den einzelligen Algen nahekommen, so dass sie von diesen kaum zu unterscheiden sind: so nahe stehen anderseits ihre farblosen Parallelformen, wegen des deutlich sichtbaren Mundes und Schlundes und wegen ihrer Ernährung durch verschlungene Fremdkörper, zu den Ciliaten, und STEIN hebt gewiss mit Recht hervor, dass gewisse farblose Flagellaten, ihrer ganzen Organisation nach, mit gewissen Ciliaten unverkennbare Analogien aufweisen.[2]

In der That ist die Uebereinstimmung, welche namentlich betreffs der allgemeinen Körperform und der Structur des Schlundes zwischen gewissen farblosen Flagellaten und Ciliaten besteht, im höchsten Grad überraschend, da sie sich nur durch die vorhandenen oder fehlenden Geisselfäden von einander unterscheiden, und wenn man auf dieses Merkmal kein grosses Gewicht legte, im System unbedingt neben einander zu stellen wären. Diese Aehnlichkeit kann sich so weit steigern, dass es nur durch Anwendung sehr starker Vergrösserungen und durch scharfe Beobachtung möglich wird, gewisse Flagellaten von ihren zu den Ciliaten gehörigen Doppelgängern zu unterscheiden, weshalb es uns auch gar nicht wundern kann, wenn EHRENBERG z. B. die *Astasia (Peranema) trichophora* unter dem Namen *Trachelius trichophorus* in die Familie der bewimperten *Trachelinen,* eine *Craspedomonadine* und die *Anthophysa* aber unter die *Vorticellinen* einreihete; wurden ja doch gewisse kleine *Craspedomonadinen* noch im Jahre 1852 selbst von STEIN für *Vorticellen* gehalten;[1] ja, ich erachte es sogar für sehr wahrscheinlich, dass die von RICHARD GREEF als *Epistylis minutus* beschriebene und abgebildete winzige *Epistylis*-Colonie, deren einzelne Individuen bei 400-facher Vergrösserung nur eine Länge von 4 mm. zeigen,[2] nichts anderes, als die der Epistylis in der That zum Verwechseln ähnliche *Dendromonas virgaria* ist, welche schon früher von WEISS unter dem Namen *Epistylis virgaria* beschrieben wurde. Die zur Familie der *Bicoeciden* gehörigen Flagellaten, welche in der anderen Richtung mit den *Dynobryinen* verwandt sind, zeigen in mancher Beziehung dieselbe Organisation, wie die *Ophrydinen,* namentlich die *Cothurnien* und *Vaginicolen.* Zum verwechseln ähnlich sind sich auch die farblosen Formen der *Peridineen,* nämlich die *Gymnodinien* und das zur Familie der *Cyclodineen* gehörige *Urocentrum Turbo,* weshalb es auch nicht im Geringsten befremden wird, dass JAMES-CLARK den letzteren Ciliaten unter dem Namen *Peridinium Cypripedium* als neue *Peridinee* beschrieb;[3] zwischen *Gymnodinium* und *Urocentrum* besteht der Unterschied in der Organisation blos darin, dass bei letzterem ausser den Cilien, welche die den Leib in zwei ungleiche Hälften thei-

[1] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) S. 426.

* Uebrigens wurden die, kugelig zusammengeschrumpft sich einkapselnden Euglenen schon von KÜTZING zu den Algen gezählt; *Mycrocystis austriaca* und *M. Noltii* scheinen nämlich *Euglena sanguinea, M. olivacea* und *M. minor* dagegen *E. viridis* zu entsprechen.

[2] III. S. V.

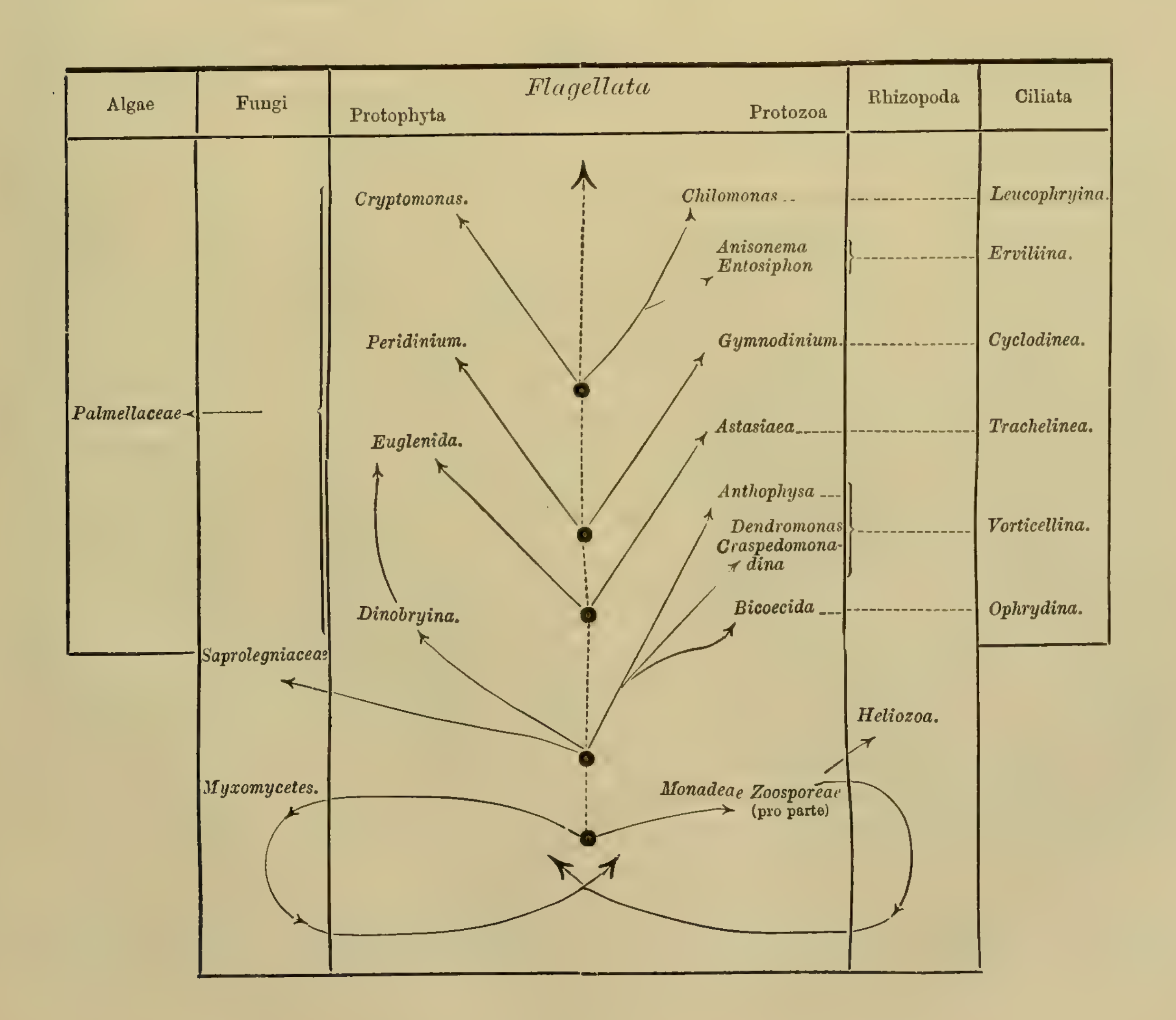
[1] Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. 481.

[2] Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen AN. 36—37. Jahrg. (1870—71) T. VI. F. 5.

[3] Proofs of the Animal Nature of the Cilioflagellatæ Infusoria, as based of the Structure and Physiology of one of the Peridenïæ (Peridinium Cypripedium, n. sp.). — Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. February, 1865. Conf. STEIN II. 148.

lende gürtelförmige Einschnürung begrenzen, der ganze Leib, das Ende der grösseren Körperhälfte ausgenommen, mit ziemlich langen, aber sehr dünnen, zarten Cilien bedeckt ist,* ferner, dass den Geisselfaden eine aus langen Flimmerhaaren gedrehte zugespitzte Quaste ersetzt; letzterem Unterschied wird aber kaum eine Bedeutung zugesprochen werden können, da diese Quaste aus zusammengedrehten Cilien auch bei einer an Arten sehr reichen Gattung der *Monadinen,* nämlich bei den im Darm von Insecten und Froschlarven häufig in unzähligen Mengen vorkommenden *Lophomonaden* anstatt des Geisselfadens angetroffen wird. Endlich stimmt *Chilomonas Paramecium* — welche von Perty mit den chlorophyllhältigen Parallelformen, d. i. den *Cryptomonas*-Arten nicht ohne Berechtigung in eine Art (*Cryptomonas polymorpha Perty*) zusammgengefasst wird — der Körpergestalt und dem Schlund nach mit dem zur Familie der *Leucophryinen* gehörigen *Colpidium Colpoda* ebenso genau überein, wie die nächsten Verwandten von *Chilomonas,* nämlich die zu den Gattungen *Anisonema* und *Entosiphon* gehörigen Flagellaten mit den *Erviliinen.* Man trifft also unter den Flagellaten Formen an, welche mit den Ciliaten parallel laufen, so dass man, Alles erwogen, beim heutigen Stand der Kenntnisse die Flagellaten in der That eben so wenig von den — wenn der Ausdruck gestattet ist — animalischesten Repräsentanten der Protisten, nämlich den Ciliaten zu trennen vermag, als von den Rhizopoden, Algen und Pilzen, mit denen sie durch mehr-weniger innige Verwandtschaft verbunden sind; es möge das durch folgende, einer Erklärung kaum bedürftige tabellarische Uebersicht der Verwandtschaftsverhältnisse einiger Flagellaten versinnlicht werden:

* So habe ich nach wiederholten Untersuchungen die Bewimperung bei Urocentrum gefunden, während Stein bei den *Cyclodineen* (*Urocentrum, Didinium, Mesodinium*) blos 1 oder 2 Ciliengürtel unterscheidet (II. 148); würde Letzteres richtig sein, so wäre es in der That kaum möglich *Urocentrum* von den *Peridinieen* zu trennen.



Wenn man nach Alldem den Verwandtschaftsverhältnissen der Flagellaten nachforscht, so wird man der Auffassung kaum widersprechen können, welche von Bary de St. Vincent im Jahre 1828 mit folgenden sehr zutreffenden Worten ausgedrückt wurde: «Die in den Naturwissenschaften behufs Erleichterung des Studiums acceptirte Eintheilung in Reiche, Ordnungen, Classen, ja selbst Gattungen ist insgesammt mehr-weniger willkürlich. Betrachtet man die für Typen gehaltenen Objecte, so werden uns ihre Differenzen auf den ersten Blick in der That überraschen; eben so überraschend sind aber auch die gegen die Grenzen zu verschwimmenden Nuancen. Selbst die charakteristischesten endigen mit Uebergängen; um das Gedächtniss zu unterstützen, wurden imaginäre Grenzen errichtet, welche die Natur selbst ebenso wenig gezogen hat, wie sie keine Grenzen zog zwischen den verschiedenen Farbenbändern, welche den Regenbogen bilden.»[1]

Wer sich in diese Thatsache nicht ergeben kann, muss entweder sämmtliche Flagellaten — wie Leuckart im Jahre 1856 vorschlug — in das Pflanzenreich versetzen, oder sie zu den Thieren rechnen, aber mit voller Consequenz und ohne den fatalen Folgen auszuweichen, wie dies Diesing im Jahre 1866 gethan hat, indem er meint: «Einer besonderen Berücksichtigung bedürfen noch die von einigen Botanikern als Schwärmsporen der Algen bezeichneten, mit 1, 2, 4 oder mehreren Schwingfäden und oft mit einem rothen Punkte versehenen Organismen. — In der Voraussetzung, dass bei den in Rede stehenden Organismen bei sorgfältiger Untersuchung in Zukunft auch eine Mundöffnung beobachtet, so wie das für die Prothelminthen so charakteristische contractile Bläschen im Innern des Leibes sich nachweisen lassen werden, glaube ich diese vermeinten Schwärmsporen mit Schwingfäden und meistens rothem Punkte aus dem Pflanzenreiche entfernen, und als in und an den Algen parasitisch lebende und dort ihre Entwickelung durchmachende Monadinen betrachten zu sollen.»[2] Oder es müssten endlich Unterschiede in der Organisation von so allgemeiner Bedeutung nachgewiesen werden, durch welche die animalische Flagellaten von den Schwärmsporen der Pflanzen scharf abweichen. Letzteres wurde in jüngster Zeit von Stein versucht, aber wie zu erwarten stand, führte der Versuch zu keinem befriedigenden Resultat. Stein vermeinte den Unterschied zwischen Schwärmsporen und animalischen Flagellaten darin zu finden, dass die letzteren in allen Fällen einen, dem der Ciliaten gleichwerthen Kern und pulsirende Vacuolen besitzen, welche den Schwärmsporen gänzlich abgehen;[1] auf diese thierischen Kennzeichen gestützt, nahm er die Flagellaten im selben Umfange in das Thierreich auf, wie Ehrenberg, nämlich ausser den mit Mund und Schlund versehenen und nach Art der Thiere sich nährenden Flagellaten auch noch die Familien der *Dinobryinen*, *Chrysomonadinen*, *Chlamydomonadinen*, *Volvocinen*, *Hydromorinen*, *Cryptomonadinen* und *Chloropeltiden*, welche (einige Repräsentanten der *Cryptomonadinen* ausgenommen) alle sich ganz nach Art der Pflanzen ernähren, das heisst mittelst ihres reinen oder modificirten Chlorophylls assimiliren. Gestützt auf den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse muss aber mit ganzer Bestimmtheit behauptet werden, dass den Stein'schen Kennzeichen kein allgemeiner Werth zugesprochen werden kann, und zwar nicht darum, weil es vielleicht Stein nicht gelungen wäre, durch genaue Untersuchungen bei allen von ihm für Thiere gehaltenen Flagellaten den Kern und die pulsirenden Vacuolen nachzuweisen, sondern weil sowohl Kerne als auch pulsirende Vacuolen — von den Schwärmern und *Myxoamoeben* der mit Pilzen und Rhizopoden in gleich enger Weise verschlungenen *Myxomyceten* ganz abgesehen — thatsächlich auch bei den Schwärmern mehrerer Algen vorkommen. Bezüglich des Kernes ist die neueste wichtige Arbeit von Schmitz[2] in erster Reihe zu berücksichtigen, worin nachgewiesen wird, dass durch Tinction mit Hæmatoxylin in vielen Algen- und Pilzzellen ein bis dahin unbekannter Kern konnte nachgewiesen werden; so befinden sich ins-

[1] Dictionnaire classique d'histoire naturelle. XIV. Paris (1828). 330.

[2] Revision der Prothelminthen. Abth. Mastigophoren. Sitzungsb. der math. naturwiss. Classe der kais. Akademie der Wiss. L. 1. Wien. (1866) S. 288—89.

[1] III. S. 47.

[2] Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungsb. der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde zu Bonn. 4. Aug. 1879.

besondere bei den Schwärmsporen der *Vaucheria* im farblosen Rindenplasma mehrere Kerne in regelmässigen Abständen, welche bisher der Aufmerksamkeit der Forscher ganz entgangen waren. Desgleichen hat SCHMITZ die Zellkerne auch in den Schwärmsporen von *Codium, Drapalnaldia, Saprolegnia* u. A. entdeckt. Ferner wird STEIN gegenüber von MAUPAS betont, dass die Schwärmsporen von *Microspora floccosa* aus der Familie der *Conferveen*, und der *Oedogonien* gerade so mit Kernen versehen sind, wie die Zellen der *Volvocineen*,[1] wonach als wahrscheinlich angenommen werden mag, dass man bei ferneren Untersuchungen auch in den Schwärmsporen anderer Algen Kerne antreffen wird. Bezüglich der pulsirenden Vacuolen ist hervorzuheben, dass diese bei den Schwärmsporen der *Apiocystis Brauniana*, einer *Palmellacee*, von FRESENIUS bereits im Jahre 1858 nachgewiesen,[2] von CIENKOWSKI aber bei *Gloeocystis, Pleurococcus, Tetraspora, Palmella, Hydrurus* und *Vacuolaria* entdeckt wurden.[3] Auf diese Beobachtungen könnte zwar entgegnet werden, dass sie nicht mehr beweisen, als dass die angeführten *Palmellaceen* aus dem Pflanzen- ins Thierreich zu übertragen sind, wozu STEIN namentlich bezüglich dreier *Palmellaceen: Tetraspora, Gloeococcus* und *Dictyosphaerium* grosse Neigung zu haben scheint;[4] doch kann dasselbe von den Schwärmsporen von *Stigeoclonium*, *Chaetophora* und *Draparnaldia* gewiss nicht behauptet werden, bei deren zwei ersteren CIENKOWSKI,[5] beim letzteren aber DODEL-PORT zwei in regelmässigen Zeiträumen pulsirende Vacuolen entdeckt haben,[6] — oder von den Schwärmsporen der *Ulothrix zonata*, bei welchen eine alle 12 bis 15 Secunden pulsirende Vacuole durch STRASBURGER nachgewiesen,[7] welche Entdeckung in Bezug auf die Makro- und Mikrozoosporen dieser Alge von DODEL-PORT bestätigt wurde;[8] endlich auch von den Schwärmsporen der die Kartoffelkrankheit verursachenden *Peronospora infestans*, welche ganz so organisirt sind, wie der unter dem Namen *Heteromita* bekannte Flagellat, und bei welchen DE BARY die pulsirenden Vacuolen gleichfalls nachgewiesen hat.[1] Aus Alldem geht hervor, dass es wie Anderen, so auch STEIN nicht gelang, zwischen den thierischen und pflanzlichen Flagellaten Unterscheidungsmerkmale von allgemeiner Gültigkeit nachzuweisen, — und zwar offenbar darum nicht, weil es solche Unterschiede überhaupt nicht gibt.

[1] CR. 1879. Conf. Bot. Ztg. 26. Sept. 1879. No. 39. S. 628.

[2] Beiträge zur näheren Kenntniss mikroskopischer Organismen. Abgedr. aus den Abhandl. der Senckenberg'schen nat. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1858.

[3] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) S. 422.

[4] III. S. 50.

[5] Ueber Palmellenzustand bei Stigeoclonium. Bot. Ztg. XXXIV. (1876) S. 70.

[6] Ueber Ulothrix zonata, ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. d. wiss. Botanik. X. IV. (1876) 449.

[7] Ueber Zellbildung und Zelltheilung. I. Aufl. 157.

[8] Op. c. 448.

[1] HUXLEY, Die Grenzzone des Thier- und Pflanzenreichs. Uebers. von GÉZA HORVÁTH, Természettudományi Közlöny. Bd. IX. (1877) S. 70. (ungarisch).

Catallacten.

Unter dem Namen *Magosphaera Planula* hat HAECKEL einen eigenthümlichen marinen Protisten als Repräsentanten einer besonderen Gruppe, der *Catallacten* beschrieben; derselbe könnte, wie der Entdecker sagt, in den verschiedenen Lebensabschnitten bald für eine einzellige Alge, bald für eine *Volvocinee*, für einen *Flagellaten*, oder endlich für eine *Amoebe* gehalten werden.[2] Die *Magosphaeren* stellen im ersten Lebensabschnitte aus gelblichem Protoplasma bestehende runde Zellen dar, welche einen Durchmesser von 0·07 mm. besitzen, mit einem grossen Kern, und einer ziemlich starken, durchsichtigen Membran versehen sind; letztere ist an der Stelle, wo die Kugel an Algen haftet, von einer mykropyleartigen Oeffnung durchbrochen. In diesem eingekapselten Zustand sehen die *Magosphaeren* einzelligen Algen oder Thiereiern sehr ähnlich. — Wie ein holoblastisches Ei zerfällt diese Zelle durch regelmässige Theilung in 2, 4 . . . 32 Tochterzellen, welche nach dem Bersten der Membran eine Zeit lang noch vereinigt bleiben, und gleich einer Volvox-Kugel frei zu schwärmen beginnen. Die einzelnen Zellen dieser Familienkugel haben eine Glockenform und hängen im Mittelpunkt der Kugel durch schwanzförmige Fortsätze untereinander zusammen, gerade so, wie die Zellen von *Synura Uvella;* von den Individuen der *Volvocineen* unterscheiden sie sich neben dem gänzlichen Mangel von Chlorophyll auch noch dadurch, dass sie an den die Oberfläche der Familien-Kugel bildenden abgestutzten Enden mit zahlrei-

[2] Studien über Moneren. 139.

chen, feinen und langen Flimmerhaaren bedeckt sind. Nachdem diese Kugeln eine Zeit lang wie *Volvocineen* oder Planulalarven in wälzender Bewegung geschwärmt haben, fallen die einzelnen Zellen auseinander; letztere enthalten ausser einem grossen Kern auch eine pulsirende Vacuole, haben eine den peritrichen Infusorien sehr nahe kommende Körperform, schwimmen noch eine Zeit lang munter umher, und verschlingen gierig Karminkörnchen. Später werden Schwanz und Cilien eingezogen, veränderliche Pseudopodien ausgeschickt, und das Verhalten gleicht vollkommen dem der wirklichen *Amoeben*. Wohl hat HAECKEL die Encystirung der letzteren nicht unmittelbar beobachtet, doch nimmt er an, dass sich die eiähnlichen Kugeln aus den eine Zeit lang frei lebenden *Amoeben* entwickeln. Wenn der beschriebene Entwickelungsgang wirklich auf einen selbständigen Protisten sich bezieht, so verdient die hochinteressante Gruppe, welcher er angehört, gewiss den Namen *Catallacta*, d. i. *Vermittler* (καταλλάκτης = Vermittler), weil er zwischen verschiedene Protisten-Gruppen vermittelnd eintritt.

Noctilucen.

Schon seit 1836 sind von den Untersuchungen SURIARY's her die mit dem Namen *Noctiluca miliaris* bezeichneten kleinen Seeorganismen bekannt, welche häufig die Meeresoberfläche in grosser Ausdehnung mit einer fingerdicken schleimigen Schicht bedecken, Nachts Licht ausstrahlen und das Leuchten der Europa umgebenden Meere hauptsächlich verursachen. Die *Noctiluca* wurde früher unter die *Hydromedusen* in die Familie der *Diphyiden* eingereiht, und es war wohl DUJARDIN der erste, der — nachdem DOYÈRE auf die Verwandtschaft der *Noctiluca* mit den *Gromien* hingewiesen — erklärte, dass die Noctilucen, als den *Peridineen* verwandt, unter die Infusorien einzureihen seien.[1] Durch neuere Untersuchungen wurde bestätigt, dass die einzellige *Noctiluca miliaris* einerseits mit den Rhizopoden, anderseits mit den Flagellaten verwandt ist, und eine besondere Classe *(Noctilucae aut., Cystoflagellata Haeckel, Myxocystodea V. Carus)* repräsentirt. Der kugelige oder nierenförmige Leib der *Noctiluca* hat etwa 1 mm. im Durchmesser, ist farblos, durchsichtig, mit einer feinen, structurlosen Membran bedeckt und wie eine Aprikose durch eine meridionale Furche getheilt, an deren einem Ende die Mundöffnung sich befindet; diese trägt einen aus chitinartiger harter Masse bestehenden, zugespitzten, zahnförmigen Fortsatz; daneben tritt ein feiner structurloser Geisselfaden und ein stärkerer, quergestreifter tentakelartiger Anhang hervor, welcher nach M. SCHULTZE an die Randfäden einer *Meduse*, der *Aeginopsis mediterranea* lebhaft erinnert;[1] letzterer bildet das eigentliche Ruderorgan der *Noctiluca*. Von der Mundöffnung führt eine trichterförmige Vertiefung in die Protoplasmamasse des Körpers, von welcher nach allen Richtungen radiäre Fortsätze ausgehen, welche, nach der Peripherie hin sich fein verästelnd, in der die Cuticularmembran des Leibes von Innen auskleidenden Protoplasmaschicht endigen und, den Pseudopodien der Phizopoden oder den radiären Plasmafäden der Pflanzenzellen vollkommen ähnlich, ein Protoplasmagerüst bilden. Pulsirende Vacuolen sind nicht vorhanden; dagegen findet sich im Protoplasma ein grosser Kern eingebettet. Die verschlungene Nahrung — Diatomeen, Oscillarien, kleinere Crustaceen u. A. — wird, wie bei den Infusorien, in Vacuolen verdaut.

Bis zur jüngsten Zeit war die *Noctiluca miliaris* die einzige Vertreterin der Classe der *Noctilucen*, und erst im Winter 1876/7 gelang es RICHARD HERTWIG im Meerbusen von Messina einen jener nahe verwandten Organismus zu entdecken, welcher von ihm unter dem Namen *Leptodiscus medusoïdes* beschrieben wurde.[2] Diese eigenthümlichen Organismen sind den in die Familien der *Eucopiden* und *Trachynemiden* gehörigen kleinen *Medusen* so ähnlich, dass sie, wie HERTWIG sagt, auf den ersten Blick wohl ein jeder für Medusen halten würde. Der Leib erreicht die beträchtliche Grösse von 1,5 mm. im Durchmesser, ist kreisrund, hat in der Ruhe die Form eines flachen Uhrglases, mit nach aufwärts gekehrter Convexität, und nimmt vom Centrum gegen die Peripherie an Dicke ab. Beim Schwimmen wird der Leib, wie bei den Medusen, zur Glockenform contrahirt und durch den Rückprall des aus der Glocke herausgedrängten Wassers, gewissermassen pulsirend, rasch vorwärtsbewegt um, nachdem er durch einige rasch auf einander folgende kräftige Stösse

[1] Dictionnaire universel d'histoire naturelle. Paris 1849. VIII. 660.

[1] Polythalamien. 38.

[2] Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctilucen verwandte Flagellate. Jen. Z. XI. Neue Folge IV. III. (1877).

hin- und hergeworfen wurde, wieder zu einer Scheibe zu verflachen und auf der Oberfläche des Wassers schwebend zu ruhen. Die Aehnlichkeit mit den Medusen wird dadurch noch ergänzt, dass im Saum der Scheibe in regelmässigen Abständen kleine kugelige Gebilde eingebettet sind, wie die sogenannten *Randorgane* (Randkörper) der Medusen, welche aber blos aus kleinen Protoplasma-Kügelchen bestehen. Hier hat aber auch die Uebereinstimmung mit dem Medusenleib ihr Ende. Im Inneren der Scheibe geht aus einer central gelegenen Protoplasmamasse — welche einen Kern ganz von der Structur wie bei *Spirochona gemmipara* in sich schliesst — gerade so, wie bei *Noctiluca,* ein Netzwerk von Protoplasmafäden aus, welches sich mit feinen Enden an die Cuticula der Scheibe anheftet. Von der convexen Oberfläche führen zwei excentrisch situirte und unter einem stumpfen Winkel von etwa 135° gegen einander verlaufende Röhren in das Innere der Scheibe; die eine ist ziemlich weit und entspricht offenbar dem Schlund; die andere hingegen ist eng, und von dieser geht ein feiner structurloser Geisselfaden aus. Im Ganzen genommen unterscheidet sich daher *Leptodiscus* von *Noctiluca* ausser durch die Form auch noch durch die Abwesenheit des Zahnes und des quergestreiften Tentakels.

Ciliaten im engeren Sinne.

Die auf dem höchsten Grade der Animalität stehenden Vertreter der Protisten, die *Ciliaten,* bildeten seit LEEUWENHOEK zu allen Zeiten den hauptsächlichsten Gegenstand der Forschung; infolge dessen wurden ihre charakteristischesten Repräsentanten schon in frühen Zeiten bekannt. Obschon die Kenntniss der Organisation und Fortpflanzung der Ciliaten durch die Forscher der neueren Zeit mit zahlreichen werthvollen Beobachtungen bereichert, und obschon von dem bis zu seinem Tode (1876) thätigen EHRENBERG, dann von STEIN, CLAPARÈDE und LACHMANN, ENGELMANN, COHN, WRŽESNIOWSKI u. A. viele neue Arten beschrieben wurden: so gehören diese doch grossentheils zu den bereits bekannten Gruppen der Ciliaten, und es befinden sich darunter wenig Repräsentanten von Familien, die von den bereits bekannten mehr-weniger wesentlich abweichen. Zu den letzteren gehört die von STEIN aufgestellte Familie der *Spirochonen* mit zwei Arten: *Spirochona gemmipara* und *Sp. Scheutenii.*[1] Erstere wurde von STEIN auf den Kiemenblättern des so viele interessante Süsswasser-Infusorien beherbergenden *Gammarus Pulex* entdeckt, die zweite aber von dem Kaufmann SCHEUTEN zu Amsterdam auf den in Brackwasser lebenden *Gammaren* und zwar an den Borsten der Postabdominalfüsse. Die *Spirochoneen* sind an einem kurzen starren Stiel sitzende, der Körperform nach den *Ophrydinen* oder den länglichen *Opercularien* ähnliche, aber ganz starre Infusorien, aus deren freiem, oberen Körperende ein mit Flimmerhaaren besetzter, spiralig gewundener, membranöser Kragen hervortritt; auch bezüglich der Situation der einzigen pulsirenden Vacuole und des Schlundes, sowie bezüglich der Structur des letzteren stimmen sie mit den *Vorticellinen* ziemlich überein; dagegen ist der einzige Kern kugelig, oder oval, mit einem randständigen Kernkörperchen, wie bei vielen *Oxytrichinen,* häufig durch eine spaltförmige Vacuole getheilt. STEIN hält die *Spirochoneen* für Vertreter einer besonderen Familie in der Ordnung der *Peritrichen.*

Eine andere, von STEIN aufgestellte und gleichfalls zu den *Peritrichen* gezählte interessante Familie wird durch die *Ophryoscolecinen,* mit den Gattungen: *Ophryoscolex (O. Purkinjei* und *O. inermis)* und *Entodinium (E. bursa, E. dentatum* und *E. caudatum)* gebildet.[1] Auf den ersten Blick erinnern die *Ophryoscolecinen* sehr an kleine Rotatorien und offenbar wurden sie auch mit diesen häufig verwechselt; * im Uebrigen stehen sie den *Spirochoneen* und *Vorticellinen* nahe, sind aber nicht fixirt. Der bei *Ophryoscolex* langgestreckte, wurmförmige, bei *Entodinium* ovale, abgeplattete Leib ist mit einer starren Cuticula bedeckt und vorne mit einem manchetteartig zum Vorstrecken und Zurückziehen eingerichteten und mit starken Borsten umsäumten Wirbelorgan ausgestattet; an der Basis des letzteren befindet sich die Mundöffnung, am hinteren Körperende aber der After, unter welchem bei *Ophryoscolex Purkinjei* ein aus starren Borsten gebildeter schwanzförmiger Fortsatz hervortritt; bei den *Ophryoscolecinen* legt

[1] ZWZ. III. (1852) 485. Ferner: Die Inf. 206.

[1] Lotos, IX. Prag 1859. Ferner: Abh. der k. böhm. Gesellsch. der Wiss. X. (1858). Conf. LEUCKART's Bericht. AN. 26. Jahrg. II. (1860) 250.

* So behauptet z. B. ZÜRN, im Blinddarm von Pferden Rotatorien gefunden zu haben. (Die Schmarotzer auf nud in dem Körper der Haussäugethiere. II. Theil. Weimar. 1874. S. 443); dieser Befund bezieht sich ohne Zweifel auf irgend eine *Ophryoscolecine.*

sich um die Mitte des Körpers am Rücken und an den Seiten ein Gürtel von starken Borsten, welcher den *Entodinien* abgeht. Der Kern ist ei- oder bandförmig, mit seitenständigem Kernkörperchen; die Zahl der pulsirenden Vacuolen beträgt 2 oder mehr. Die *Ophryoscolecinen* sind mit der zur Familie der *Paramecien* gehörigen *Isotricha intestinalis* ständige Bewohner des Pansens der Wiederkäuer und des Blinddarmes der Pferde, wo sie in so grossen Mengen vorhanden sind, dass nach WEISS auf jedes Gramm Mageninhalt 15 bis 20 Individuen entfallen, die dem Gewichte nach etwa 1/4 des Mageninhaltes betragen.[1] Von diesen im Pansen lebenden Infusorien wurde zwar von DELAFOND und GRUBY bereits im Jahre 1843 Erwähnung gethan,[2] ihre genauere Kenntniss verdanken wir aber, wie erwähnt, STEIN.

Die dritte von STEIN aufgestellte neue Familie der *Peritrichen*, nämlich die *Gyrocoryden*, werden durch *Gyrocorys oxyura*, ein bizarr geformtes Infusionsthierchen repräsentirt, welches in Sümpfen zwar nicht häufig, aber dann stets in grossen Mengen angetroffen wird. Es wurde von STEIN in der Umgebung von Niemegk und Prag, von mir in der Klausenburger Gegend in Schwefelwasserstoff exhalirendem Sumpfwasser, wo *Beggiatoen* wuchern, wiederholt gefunden; wie STEIN, fand auch ich es stets in der Gesellschaft von *Metopus Sygmoides*. Der Leib von *Gyrocorys* ist birnenförmig und setzt sich in einen spitzigen Schwanz fort. Der steife Leib ist von einem membranösen, parabolisch-glockenförmigen Mantel umgeben, in welchem er wie der Klöppel in der Glocke sitzt, hinten aber etwas herausragt; von dieser Glocke wird an der Bauchseite ein longitudinales, sichelförmiges, schmales Feld frei gelassen, von welchem sehr lange Flimmerhaare entspringen; auf demselben Felde befindet sich ein Bogen von kürzeren Cilien, welche zur Mundöffnung führen. Das Hinterende des Körpers enthält eine grosse pulsirende Vacuole und drei bis vier ovale Kerne. Zu erwähnen ist noch, dass an der dorsalen, d. h. dem Mund entgegengesetzten Seite des vorderen Körpertheiles ein aus dunklen Körnchen gebildeter augähnlicher Fleck vorhanden ist.

Endlich hat STEIN im Jahre 1862 auf der 37. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Karlsbad unter dem Namen *Peritromus Emmae* ein bei Wismar in der Ostsee entdecktes, zur Ordnung der *Hypotrichen* gehöriges Infusionsthier beschrieben, welches der einzige bisher bekannte Vertreter einer neuen, die *Oxytrichinen* mit den *Chlamydodonten* verbindenden Familie *(Peritromina)* ist. *Peritromus* hat die Form von *Kerona Polyporum*; durch die Structur des Mundes und des Peristoms, sowie infolge des doppelten Kernes stimmt er mit den *Oxytrichinen* überein, während die Bauchfläche, wie bei den *Chlamydodonten*, mit dicht stehenden, gleich langen, feinen Cilien bedeckt ist. Höchst auffallend und fremdartig ist das Betragen des *Peritromus* bei irgend einer Beunruhigung: sein Leib schnellt nämlich gegen den Mittelpunkt krampfhaft zusammen und gleicht dann einer zusammengeknütterten Lamelle.[1]

JOHANNES MÜLLER hat anlässlich der Beschreibung von *Pentacrinus Caput Medusae* schon im Jahre 1841 von sehr niedlichen, kanzelförmigen Kieselpanzern Erwähnung gethan und dieselben auch abgebildet; er fand sie im Darminhalt von *Alecto (=Comatula) europaea* in grossen Mengen.[2] EHRENBERG hat in ähnlichen Kieselgebilden die Schalen gewisser Magenthierchen, der *Dictyocysten* erkannt und im Jahre 1854 drei Arten der genannten Infusorien sehr kurz beschrieben.[3] HAECKEL konnte theils im Meerbusen von Messina, theils in der Nähe von Lanzarote, einer der canarischen Inseln, mehrere mit den EHRENBERG'schen *Dictyocysten* nahe verwandte Infusorien genauer untersuchen, und bildete aus ihnen zwei neue Familien, die der *Dictyocystiden* und der *Codonelliden*, welche er im Jahre 1860 auf der zu Königsberg tagenden Wanderversammlung deutscher Naturforscher und Aerzte nur kurz, im Jahre 1873 aber ausführlich beschrieb.[4] Sowohl die *Dictyocystiden* als die *Codonelliden* stehen sehr nahe zu den *Tintinnoden*, von welchen die Infusorien selbst nur durch das complicirtere, von HAECKEL aber unzureichend studirte Wirbelorgan sich zu unterscheiden scheinen. Der Leib ist am Grunde eines eigenthümlichen Gehäuses fixirt, in welches er rasch zusammenschnellend sich ganz

[1] Specielle Physiologie der Haussäugethiere. II. Aufl. Stuttgart. (1869) 132.

[2] Recueil de Médecine vétérinaire pratique. Paris, 1843. Conf. WEISS, l. c. S. 131.

[1] Der Org. II. 365.

[2] Abh. d. Berl. Akad. 1841. S. 233. Taf. XI. Fig. 6.

[3] Monatsber. d. berl. Akad. 1854. S. 236. Conf. HAECKEL, l. c.

[4] Jen. Z. VII. IV. (1873). 561.

retrahiren kann; dieses Gehäuse wird beim sehr raschen Schwimmen in der offenen See, wie von den meisten *Tintinnoden*, mitgeschleppt. Die Schale der *Dictyocystiden* ist von der denkbar elegantesten Form und Structur, sie besteht aus reiner Kieselsäure und ist den Schalen gewisser Radiolarien, namentlich der *Cyrtiden* so ähnlich, dass Haeckel sagt, er habe die leeren Schalen, bevor er ihre Insassen kannte, für Radiolarienschalen gehalten. Diese Schalen sind bei allen bekannten Arten mehr oder weniger einer Glocke, einem Helm, oder einer feingeschnitzten Kanzel ähnlich; vorne mit weiter Oeffnung, laufen sie nach hinten meist spitz zu und sind je nach den einzelnen Arten von verschieden geformten, grossen und vertheilten Lücken aufs niedlichste durchbrochen. Auch bei den *Codonelliden* ist die Schale glockenförmig, aber undurchbrochen und scheint aus einer an Kieselsäure sehr reichen chitinartigen Masse zu bestehen, welche bei einigen Arten in ein zierliches Mosaik kleiner Felder eingetheilt, bei anderen im vorderen Theil zierlich geringelt ist, im hinteren Theil aber Kieselstücke von unregelmässiger Gestalt enthält.

Haeckel erachtet es für wahrscheinlich, dass die von Claparède und Lachmann beschriebenen zahlreichen *Seewasser-Tintinnoden* theilweise den *Codonelliden* angehören.

Sauginfusorien (Suctorien) oder Acinetinen.

Neuere Forschungen ergaben, dass mit den Ciliaten in sehr naher Verwandtschaft eine andere, hochinteressante Protistengruppe steht, welcher von früheren Forschern, nach mangelhafter Kenntniss weniger Formen, bald hier, bald dort der Platz im System angewiesen wurde. Ich meine hier die *Acinetinen* oder wie sie von Claparède und Lachmann genannt wurden, die *Sauginfusorien (Suctoria, Infusoires sucteurs)*. Wie bereits erwähnt, hat Ehrenberg von den ihm bekannten fünf *Acinetinen* drei anhangsweise zu den *Bacillarien* und zwei neben *Actinophrys* in die Familie der *Enchelinen* eingereiht, gleichzeitig hervorhebend, dass sie alle wahrscheinlich zu einer Familie, zu der der *Acinetinen* werden zu vereinigen sein. Von Dujardin und Perty wurden die Gattungen *Acineta* und *Podophrya* unter die *Rhizopoden* in die Familie der *Actinophryinen* eingetheilt; ja es wurde sogar die ungestielte Form der *Podophryinen* selbst von Stein im Jahre 1854 noch für identisch mit *Actinophrys Sol* betrachtet.[1] Lachmann gebührt das Verdienst, durch eingehende Untersuchungen nachgewiesen zu haben, dass die zumeist mit einem Kügelchen endigenden fadenförmigen Fortsätze, welche von der ganzen Oberfläche der *Acinetinen* oder nur von einzelnen Stellen ausstrahlen und vorgestreckt und eingezogen werden können, der Structur und physiologischen Function nach von den Pseudopodien der Rhizopoden ganz und gar verschieden sind, indem sie zum Aussaugen der daran wie an Leimruthen hangen gebliebenen Infusorien dienen, also *Saugfortsätze* oder *Saugfüsse* (Tentakeln) sind, denen entsprechende Organe weder bei den Rhizopoden, noch bei den Flagellaten und Ciliaten angetroffen werden.[2] Die Richtigkeit dieser Entdeckung wurde von allen späteren Forschern bestätigt, und durch die Untersuchungen von Claparède und Lachmann, sowie von Stein wurde nachgewiesen, dass diesen mit Saugefüssen versehenen Infusorien sehr viele bisher unbekannte Formen angehören, welche von Claparède und Lachmann in acht Genera zusammengefasst[3] und zwischen den Flagellaten und Ciliaten als eigene Ordnung: *Suctoria* mit der einzigen Familie *Acinetina* untergebracht wurden. Nachdem Stein die Acineten-Theorie, welche in den fünfziger Jahren den Mittelpunkt seiner Forschungen bildete und eine Zeit lang zur Annahme einer Entwickelung der Infusorien durch Generationswechsel führte, im Jahre 1867 offen und ausdrücklich zurückzog, erklärte er eine Trennung der *Acinetinen* in wenigstens drei Familien für nothwendig, nämlich in die folgenden: *Acinetea (Acineta, Podophrya, Urnula, Dendrosoma,* mit den Claparède und Lachmann'schen *Trichophrya* vereinigt; ausser diesen ist aber auch noch *Sphaerophrya,* welche von Stein für Embryonen von *Oxytrichinen* angesehen wurde hieher zu zählen), *Ophryodendrea (Ophryodendron Cl. et Lachm.=Corethria St. Wright),* und *Dendrocometida (Dendrocometes* und *Stylocometes).*[4]

Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse kann mit Bestimmtheit behauptet werden, dass die *Acinetinen* oder *Suctorien,* wie oben bereits hervorgehoben wurde, mit den Ciliaten am nächsten verwandt sind.

[1] Die Inf. 140.
[2] AAP. 1856.
[3] Études. II. 381.
[4] Der Org. II. S. 143.

Ganz abgesehen davon, ob die *Vorticellinen* unter gewissen Verhältnissen zu *Acinetinen* sich umwandeln können, wie von STEIN zu Anfang seiner Forschungen angenommen wurde, — welche Möglichkeit derzeit nicht ganz ausgeschlossen erscheint; abgesehen auch davon, ob die sogenannten acinetenförmigen Embryonen der Ciliaten wirkliche Ciliaten-Embryonen sind, wofür sie von STEIN auch jetzt noch gehalten werden, oder ob es parasitische *Acinetinen* sind, welche in Ciliaten eingedrungen und hier rasch sich vermehrt hatten, — welche Version heut zu Tage die meisten Anhänger für sich hat; von diesen Fragen ganz abgesehen und nur die Organisation der vollkommen entwickelten *Acinetinen* und ihrer Embryonen als Grundlage angenommen: ist die innige Verwandtschaft mit den Ciliaten unverkennbar. Die durch innere oder äussere Knospenbildung zu Stande gekommenen Embryonen der *Acinetinen* sind mit dreien der von STEIN aufgestellten Ciliaten-Ordnung bezüglich der Anordnung der Cilien so sehr übereinstimmend, dass sie von Jedem, der ihren weiteren Entwickelungsgang nicht kennt, unbedingt zu den letzteren gezählt würden. Gewisse *Acinetinen* beginnen ihr Leben als peritriche, andere als hypotriche, wieder andere als holotriche Infusorien.

Die mit Ciliengürteln versehenen Embryonen oder Schwärmer der *Acinetinen* und die frei umherschwimmenden Sprossen der *Vorticellinen* sind in Gestalt und Organisation dermassen übereinstimmend, dass sie selbst durch das geübteste Auge nicht können unterschieden werden; dieselbe überraschende Uebereinstimmung besteht zwischen den holotrichen Acineten-Schwärmern und den *Enchelinen*, namentlich den Gattungen *Enchelys* und *Holophrya*. Dabei gibt es aber natürlich auch einen wesentlichen Unterschied, darin bestehend, dass bei den *Vorticellinen* und *Enchelinen* ein gut entwickelter und zur Aufnahme fester Nahrung dienender Mund und Schlund vorkommt, welcher den Acineten-Schwärmern abgeht, oder richtiger — da er rudimentär vorhanden ist — zu mangeln scheint; bei den Schwärmern von *Dendrocometes paradoxus* wurde nämlich von STEIN ein schlundartiges Organ entdeckt, welches seiner Stelle, seinem Verlauf und der Structur nach dem Schlunde der durch äussere Knospenbildung erzeugten Schwärmer von *Spirochona gemmipara* vollkommen entspricht, was umso auffallender ist, als beide mit einander auf den Kiemenlamellen von *Gammarus Pulex* leben.[1] Die Anwesenheit dieses schlundförmigen Organes kann ich nach eigenen Untersuchungen nur bestätigen. Desgleichen kann nach STEIN ein mit dem Schlund der *Vorticellinen* scheinbar identisches Organ auch bei den Schwärmern von *Acineta mystacina* und manchmal bei denen von *Podophrya fixa* und *libera* unterschieden werden. Ferner erwähnen CLAPARÈDE und LACHMANN auch bei der Beschreibung von *Podophrya Trold* eines schlundartigen Organes;[2] endlich hat RICHARD HERTWIG, der in Bezug auf die Verwandtschaft der *Acinetinen* und *Ciliaten* dem Schlunde der Acineten-Schwärmer mit Recht ein grosses Gewicht zuschreibt, bei den von ihm sehr genau studirten Schwärmern von *Podophrya gemmipara* gleichfalls ein constant vorhandenes schlundartiges Organ gefunden.[3] Des Weiteren erwähnt STEIN, dass die Schwärmer mehrerer *Acinetinen (Acineta solaris, A. tuberosa, A. Astaci, A. mystacina, Podophrya fixa)* mit einem eigenthümlich mundförmigen Saugscheibchen versehen sind, aus welchem nach definitivem Anhaften der Stiel herauswächst;[4] ähnliche Saugscheiben fand STEIN am vorderen Körperende bei den angeblichen Embryonen von *Bursaria truncatella*,[5] und ich konnte ähnliche wulstige und ganz an die aufgeworfene Lippe gewisser *Enchelinen* erinnernde Scheibchen bei den holotrichen Embryonen der von mir beschriebenen *Salzwasser-Acinete* an dem beim Schwimmen nach vorne gekehrten Körperende beobachten[6] und mich überzeugen, dass diese Scheibchen von den Schwärmern, wenn sie während des ungestümen Schwimmens für Momente ausruhen, als wirkliche Saugscheiben zum Fixiren benutzt werden. So wie der rudimentäre Mund und Schlund der vorhin erwähnten Acineten-Schwärmer mit dem entsprechenden Organ der *Spirochoneen (Dendrocometes paradoxus)*, resp. *Vorticellinen (Podophrya* und *Acineta mystacina)* und *Parameciinen* scheinbar übereinstimmt: eben so verhält sich auch das Scheibchen der zuletzt erwähnten Acineten-Schwärmer zu dem Lippenwulst der *Enchelinen*. Welche Erklärung soll nun dem Vorhandensein dieses rudimentären Mundes oder Rachens gegeben

[1] ZWZ. III. 495. Ferner: Die Inf. S. 214.
[2] Études. III. S. 129.
[3] MJ. I. (1875), S. 44.
[4] Der Org. I. 105.
[5] Der Org. II. 306.
[6] ermószetrajzi Füzetek. II. Hft 4.

werden? Meines Dafürhaltens hat Hertwig den Nagel auf den Kopf getroffen, indem er sich diesbezüglich in folgenden Worten äussert: «Bei Podophrya gemmipara beobachtete ich, dass sich eine röhrige Einstülpung in einer ganz bestimmten Lagerung bei allen Schwärmern entwickelt. Es gleicht diese Bildung vollkommen dem Cystostom* der Ciliaten und ist wie dieses mit Wimpern versehen und von einer Fortsetzung der Skeletmembran ausgekleidet. Demgemäss kann man daran denken, dass sich wie in so vielen Fällen so auch hier in der Form des Entwicklungszustandes Anklänge an früher bestandene, beim ausgebildeten Thiere rückgebildete Organisationsverhältnisse erhalten haben, dass der bewimperte, mit einem Cystostom versehene Schwärmer die ontogenetische Recapitulation eines mit einem echten ciliaten Infusorium übereinstimmenden Stadiums ist, welches phylogenetisch einmal von der ganzen Acinetenclasse durchlaufen wurde.»[1]

Für die Berechtigung dieser Annahme scheint das von Stein unter dem Namen *Actinobolus radians* beschriebene bizarr organisirte Infusionsthier zu sprechen.[2] Der kugelige oder umgekehrt eiförmige Leib dieses Ciliaten ist am vorderen Ende mit einer, auf einer warzenförmigen Erhebung sitzenden Mundöffnung, am hinteren aber mit der einzigen pulsirenden Vacuole und einer Afteröffnung versehen; der ziemlich lange, strangförmige Kern ist unregelmässig gekrümmt; endlich ist die ganze Körperoberfläche gleichmässig mit Cilien bedeckt (holotrich). Diesen Organisations-Verhältnissen gemäss würde also *Actinobolus* von einer *Encheline* in nichts verschieden sein; dazu gesellt sich aber ein unleugbarer *Acineten-Charakter*, der nämlich, dass an der ganzen Oberfläche zwischen den Cilien Tentakeln oder Saugfüsse hervorgestreckt werden, welche, wie bei den *Acineten* beträchtlich verlängert, dann aber auch wieder spurlos in die Körpersubstanz zurückgezogen werden können. Hertwig spricht dieses Infusionsthier, welches von Stein in die Familie der *Enchelinen* eingetheilt wurde, für einen Acineten-Schwärmer mit constanter Mundöffnung an,[3] welche Ansicht, meines Erachtens, kaum für unberechtigt zu halten ist.

* Cystostoma = Zellmund, ein von Haeckel eingeführter Ausdruck.

[1] L. cit. 77.

[2] Der Org. II. 169.

[3] L. cit. S. 78.

In der citirten Arbeit habe ich selbst die vollkommene Uebereinstimmung hervorgehoben, welche bezüglich der Organisation zwischen den holotrichen Embryonen der in Salzseen lebenden *Acineta* und eines in Gemeinschaft mit dieser lebenden echten Ciliaten besteht; ich betonte ferner, dass das letztere, mit dem von Cohn im Seewasser gefundenen *Placus striatus* offenbar identische Infusorium wahrscheinlich nichts anderes ist, als ein *Acineten*-Schwärmer, bei dem der rudimentäre Mund zu einem wirklichen sich entwickelt hat, demnach mit dem Stein'schen *Actinobolus* in dieselbe hochinteressante Infusorien-Gruppe gehört. Endlich gedachte ich der Möglichkeit, dass zahlreiche Vertreter der *Enchelinen* und *Trachelinen*, sowie vielleicht auch die *Opalininen* lediglich *zur Selbständigkeit gelangte Acineten-Schwärmer* sind, bei deren einem Theile, nämlich bei den *Enchelinen* und *Trachelinen*, ein temporäres Organ der Schwärmer, nämlich der rudimentäre Mund, zu einem echten Mund sich entwickelt hat. Dass die Cilien bei *Acineta*, welche im regelmässigen Entwickelungsgang nur zeitweilig vorhanden sind, und nach dem Festsetzen verschwinden, auch persistiren könnten, darf uns nicht im Geringsten Wunder nehmen, nachdem bekannt ist, dass bei den gestielten *Acineten*, wenn sie sich unbehaglich fühlen (was z. B. dann eintrifft, wenn sie in einem Tropfen längere Zeit hindurch gehalten werden) die Oberfläche aufs Neue mit Cilien sich bedecken kann, worauf die *Acineten* vom Stiele sich ablösen, die Saugfüsse einziehen und als holotriche Infusorien zu schwärmen beginnen; dieser Vorgang wird durch die von Hertwig [1] und Maupas über *Podophrya fixa* mitgetheilten Untersuchungen bewiesen, und der letztere Forscher bemerkt mit Recht, dass *Podophrya fixa* ihren Species-Namen nicht verdient, da sie nach Belieben bald schwärmt, bald wieder sich niederlässt, weshalb er sie für einen zu den Ciliaten führenden Uebergang hält.[2] Solche holotriche *Acineten* können von *Enchelinen* oder gar von *Opalininen* absolut nicht unterschieden werden; darum wird auch die von Stein neuestens ausgesprochene Ansicht, wonach den bisher bald hier bald dort eingetheilten *Opalininen* der natürliche Platz neben den *Acinetinen* anzuweisen sei,[3] kaum einem Widerspruch begegnen.

[1] L. cit. S. 78.

[2] CR. 83. (1876) 910.

[3] Der Org. III. 23.

Nach den obigen Erörterungen glaube ich ohne Zögern aussprechen zu dürfen, dass die *Acinetinen* oder *Suctorien* zu den Ciliaten in so inniger Verwandtschaft stehen, dass sie am passendsten mit diesen in eine Gruppe zusammengefasst werden können.

Kreis der thierischen Protisten.

Ein Rückblick auf die obigen Darlegungen und die Berücksichtigung der grossen Anzahl neuentdeckter Arten, mit welchen die Kenntniss von den mit mehr-weniger Wahrscheinlichkeit für Thiere zu haltenden Protisten, das heisst von den früher allgemein *Infusorien*, seit v. SIEBOLD aber *Protozoën* genannten niedersten Organismen bereichert wurde, — sowie der schon seit langem her bekannten Formen, deren Zugehörigkeit zu den Protisten durch neuere Untersuchungen nachgewiesen wurde, führt zum Ergebniss, dass sie in überwiegender Mehrzahl in die durch die *Rhizopoden, Flagellaten* und *Ciliaten* repräsentirten drei Hauptgruppen oder Classen können eingetheilt werden, welche schon im DUJARDIN'schen System, zwar verhüllt, aber thatsächlich enthalten waren; nur von den *Gregarinen, Noctilucen*, sowie den sehr wenig bekannten *Labyrinthuleen* und *Catallacten* kann es noch zweifelhaft sein, welcher Platz ihnen gebührt. Die *Labyrinthuleen* wären vielleicht nur vorläufig als Vertreter einer besonderen Classe neben die *Rhizopoden* einzureihen. Unter den *Gregarinen* stehen die *Monocystiden* den *Amoeben* gewiss sehr nahe, und auch der Entwickelungsgang sämmtlicher *Gregarinen* spricht für diese Verwandtschaft. Die *Noctilucen* scheinen der Organisation nach in mancher Hinsicht mit den *Flagellaten* und *Rhizopoden* verwandt zu sein; in anderen Beziehungen sind sie wieder so wesentlich verschieden und nehmen eine so abgesonderte Stellung ein, dass sie ohne Zwang weder zu den Flagellaten, noch zu den Rhizopoden können gezählt werden, weshalb es am zweckmässigsten erscheint, ihnen zwischen den beiden genannten Classen eine besondere Classe anzuweisen. Endlich ist der einzige Vertreter der *Catallacten* so mangelhaft bekannt, dass sie derzeit nur anhangsweise können aufgenommen werden, definitiv aber erst dann, wenn es durch weitere Untersuchungen erwiesen sein wird, dass die aus dem bewimperten Individuen von *Magosphaera* sich entwickelnden Rhizopoden nach der Encystirung in der That wieder zu *Magosphaera* sich umwandeln, was von HAECKEL bisher nur vermuthet wird.

«Unsere Systeme sind immer nur der getreue Reflex von dem jedesmaligen Standpunkte der Kenntnisse, welche wir uns von den gesammten morphologischen Verhältnissen der einzelnen Lebensformen erworben haben. Mit jeder tieferen Einsicht, die wir hier gewinnen, und mit jeder Entdeckung neuer Lebensformen, die nicht nach dem Plane der bekannten gebaut sind, muss das System mehr oder weniger beträchtliche Modificationen erfahren».[1]

Dies vor Augen haltend, sowie die zahlreichen Systeme der neueren Zeit berücksichtigend, nach Gebühr würdigend und verwerthend, wird der derzeitige Stand unserer Kenntnisse von den nach Art der Thiere sich nährenden Protisten am besten durch folgende Systematische Gruppirung ausgedrückt:

*Typus : Protista animalia seu Protozoa.**

Animalische Urwesen.

Classis I. *Gregarinae* DUFOUR.
- Ordo 1. Monocystida STEIN.
- « 2. Gregarinaria STEIN.

Classis II. *Rhizopoda* DUJARDIN.
- Ordo 1. Polythalamia BREYN.
- « 2. Monothalamia M. SCHULTZE.
- « 3. Radiolaria J. MÜLLER.
- « 4. Heliozoa HAECKEL.

(Classis III. *Labyrinthuleae* CIENKOWSKI.)

(Classis IV. *Catallacta* HAECKEL.)

Classis V. *Noctilucea* (SURIARY) autor.

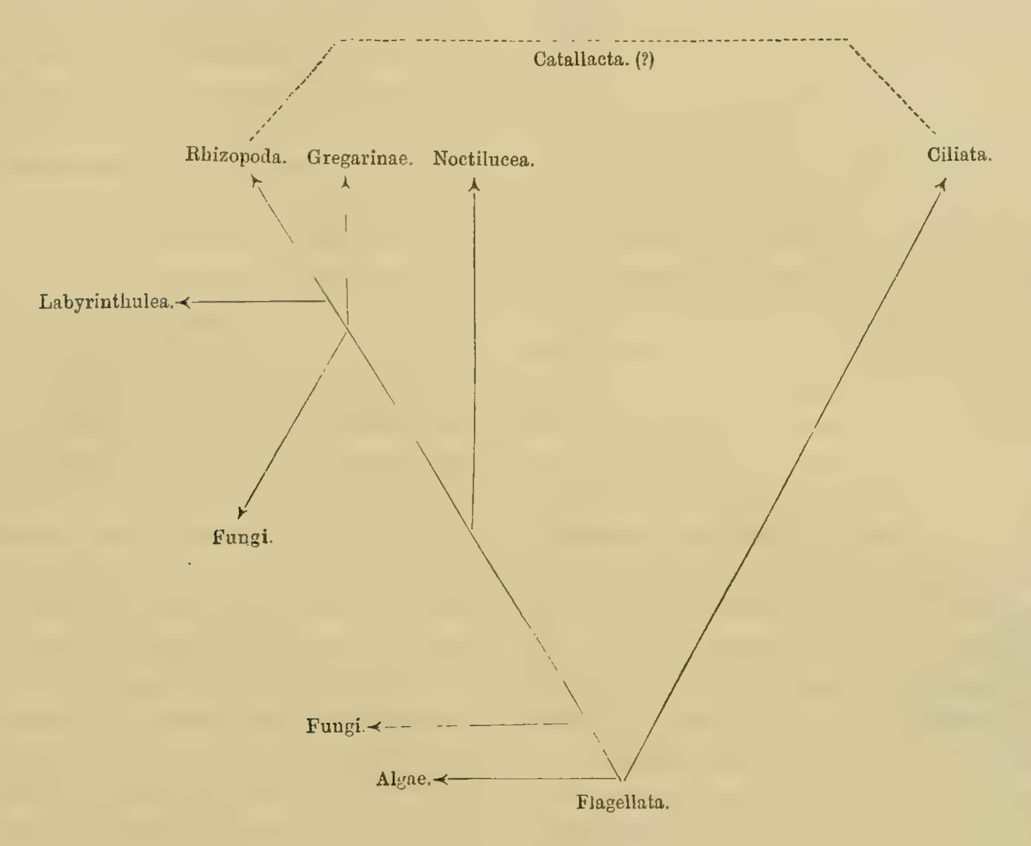
Classis VI. *Flagellata* (DUJARDIN) COHN.
- Ordo 1. Nudiflagellata HAECKEL.
- « 2. Cilioflagellata CLAPARÈDE et LACHMANN.

Classis VII. *Ciliata* (DUJARDIN) J. MÜLLER.
- Cohors *A) Suctoria* CLAP. et LACHM.
  - Ordo 1. Acinetina EHRENBERG.
- Cohors *B) Stomatoda* v. SIEBOLD.
  - Ordo 2. Holotricha STEIN.
  - « 3. Heterotricha STEIN.
  - « 4. Hypotricha STEIN.
  - « 5. Peritricha STEIN.

[1] STEIN II. S. 169.

* Zum Theil synonym: Animalcula LEEUWENHOEK; Infusionsthierlein LEDERMÜLLER; Animalcula Infusoria (WRISBERG) O. FR. MÜLLER; Protozoa GOLDFUSS; Chaotica, Cryptozoa autor.; Microscopiques et Psychodiaires BARY DE ST. VINCENT; Polygastrica EHRENBERG; Infusoires DUJARDIN; Protozoa v. SIEBOLD; Prothelminthes DIESING; Archezoa PERTY; Amorphozoa BONN; Protoctista HOGG; Primalia VILSON et CASSIN; Protista HAECKEL; Protorganismen J. V. CARUS; Sarcodea SCHMARDA; Microzoaires E. DE FROMENTEL; Protorganismes animaux MAUPAS.

Den Zusammenhang und die Verwandtschaft dieser Gruppen unter einander und mit den niedersten Pflanzen möge folgende Zusammenstellung versinnlichen.



II. FORTSCHRITTE IN DER KENNTNISS DER ORGANISATION.

Morphologischer Werth des Protistenleibes.

Die EHRENBERG'sche Lehre von der hohen Organisation, die Sarcode-Theorie DUJARDIN'S, dann die Einzelligkeits-Theorie von v. SIEBOLD und KÖLLIKER: diese einander widersprechenden und einander scheinbar geradezu ausschliessenden Ansichten sind als strittiges Vermächtniss auf die jüngste Periode der Protisten-Forschung übergekommen, von der sie die Lösung durch neuere Detailuntersuchungen erwarteten.

Wie oben gezeigt wurde, ist von DUJARDIN die Sarcode-Theorie auf Studien über die für *Kephalopoden* gehaltenen *Polythalamien* gegründet worden. MAX SCHULTZE, dessen Verdienste um die Reform der Zellenlehre unvergänglich sind, war der Erste, welcher die Controverse über die Sarcode gleichfalls auf Grundlage von Studien über *Polythalamien* zu entscheiden suchte. Die Untersuchungen dieses ausgezeichneten Forschers hatten zum Ergebniss, dass der Leib der *Polythalamien* thatsächlich aus Sarcode besteht, und aus der nämlichen Sarcode bestehend fand SCHULTZE auch den Leib der *Rhizopoden*.[1] — SCHULTZE gebührt auch das Verdienst, die Identität der Sarcode mit der lebendigen Substanz, dem Protoplasma der Thier- und Pflanzenzelle nachgewiesen zu haben;[2] es fehlt mithin jeder Grund für eine besondere Bezeichnung, welche von Anfang an mit der Zellentheorie im Widerspruch stand, vielmehr ist es wünschenswerth, dieselbe mit einer anderen zu vertauschen, welche den Triumph der Zellentheorie, selbst über die niedersten Wesen in sich birgt.[3] Da nun aber die den Protistenleib bildende Sarcode mit dem Protoplasma vollkommen identisch ist, und die einfachsten Zellen, z. B. die sogenannten Furchungskugeln nicht — wie nach der SCHLEIDEN-SCHWANN'schen Theorie — Zellenflüssig-

[1] Polythalamien.

[2] AN. 26. I. (1860). Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe. AAP. 1861. — Ueber Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. 1863.

[3] AN. 26. I. (1860) 302—3.

keit und Kerne enthaltende Bläschen, sondern nach SCHULTZE's Definition einen Kern einschliessende Protoplasmaklümpchen* sind: so konnte er behaupten, dass die einfachsten Repräsentanten der Protisten, wie Amoeben und Gregarinen welche in der That nichts weiter, als kernhaltige Protoplasmaklümpchen — mithin einzellige Organismen sind. — Für die höheren *Rhizopoden* hält SCHULTZE die Bildung durch Verschmelzen mehrerer, durch die persistirenden Kerne angedeuteter Zellen, wie bei den Plasmodien der *Myxomyceten*, für wahrscheinlich; sie wären daher *potentia* mehrzellig, *re vera* aber nicht aus mehreren Zellen zusammengesetzt, da die Protoplasmakörnchen nicht an einen gewissen Kern gebunden sind, sondern vom Kern *a* zum Kern *x*, *y* und *z* wandern können; das Protoplasma bildet mithin einen einzigen Leib. Für sämmtliche *Protozoën* hält SCHULTZE die Tendenz der Zellen, insgesammt oder in einer gewissen Ausdehnung zu grösseren Protoplasmamassen zusammen zu fliessen, für charakteristisch.[1] Bei manchen höheren *Rhizopoden*, wie z. B. bei den *Radiolarien*, besteht nur die Rindenschicht aus zusammengeflossenem Protoplasma; im Innern bewahren die einzelnen Zellen ihre Selbstständigkeit. Anderseits erhalten sich bei anderen *Protozoën* eben die Zellen der Rindensubstanz mehr-weniger selbstständig, wie z. B. bei den Infusorien, während das Innere mit dem Protoplasma vollkommen zusammengeflossener Zellen erfüllt ist. Indessen — sagt SCHULTZE weiter — gestattet die Theorie auch die Einzelligkeit der Infusorien anzunehmen. Die Zellen können an der Oberfläche mit Cilien bedeckt sein, sie können aus einer verdichteten Rinden- und aus einer weicheren Marksubstanz bestehen, welche Vacuolen, Kerne, die verschiedensten Körperchen, Pigmentbläschen u. A. enthalten kann. Auch ist es, nach dem Beispiel der jungen Muskelfaserzellen, möglich, dass die peripherischen Partien des Protoplasmas bereits in Muskelsubstanz umgewandelt sind, während das Innere der Zelle noch durch gewöhnliches Pretoplasma eingenommen wird. Dass im Inneren der Zelle pulsirende Vacuolen entstehen können, bedarf wohl noch weiterer Untersuchungen, erscheint aber nicht mehr als unwahrscheinlich. Dass endlich eine Zelle — in diesem Fall also ein mit Cilien bedecktes und mit einer verdichteten Rindensubstanz versehenes Protoplasmaklümpchen — an einigen Punkten der Oberfläche der dichteren Rinde und der Cilien entbehrt, eine Mundöffnung erhält, durch welche feste Körper in den weiche Protoplasmaleib gedrückt werden, ferner eine Afteröffnung für die Entleerungen: alldas kann als möglich zugegeben werden.

Unabhängig von SCHULTZE hat AUERBACH, gestützt auf eingehende Untersuchungen, die Einzelligkeit der *Amoeben* unzweifelhaft nachgewiesen.[1] Der AUERBACH'schen Auslegung gegenüber könnte höchstens auf die pulsirenden Vacuolen als auf jene differenzirten Organe hingewiesen werden, welche in der Pflanzen- und Thierzelle für gewöhnlich fehlen, daher gegen die Einzelligkeit sprechen. Seitdem aber bekannt ist, dass die Schwärmsporen der Algen und Pilze häufig (vielleicht immer?) mit pulsirenden Vacuolen versehen sind, seitdem ferner die letzteren von JAMES-CLARK an den sogenannten Kragenzellen im Entoderm der *Spongien*, von LIEBERKÜHN und BÜTSCHLI aber in den farblosen Blutzellen der *Amphybien* nachgewiesen wurden:[2] können auch die pulsirenden Vacuolen nicht länger als Grund gegen die Einzelligkeit geltend gemacht werden.

STEIN hat sich der Einzelligkeit gegenüber stets reservirt verhalten, und in einem Referat über den II. Theil der grossen Monographie wird irrthümlich gesagt, dass «STEIN seine alte Behauptung, wonach die Infusorien einzellige Thiere sind, energisch verficht«,[3] welcher Ausspruch dahin zu rectificiren wäre, dass STEIN vom Anbeginn seiner Thätigkeit consequent an der Behauptung festhielt, dass die Grundsubstanz des Protistenleibes aus einem *nicht aus Geweben zusammengesetzten Parenchym*, d. h. aus Sarcode oder Protoplasma gebildet wird, — wobei er aber die Einzelligkeit der *Protozoën* entschieden verwarf. Diesen Standpunkt, den er nie aufgab, hat STEIN schon im Jahre 1848 in seiner Abhandlung über *Gregarinen* mit folgenden Worten entschieden gekennzeichnet: «Der Nucleus der *Gregarinen* spielt sicherlich in Bezug auf den Körper der *Gregarinen* dieselbe wichtige Rolle, wie

* Eine Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Innerem ein Kern liegt. Ueber Muskelkörperchen. 11.

[1] AN. 26. I. (1860) 306.

[1] ZWZ. VII. (1855).

[2] BÜTSCHLI, Studien etc. 257.

[3] J. KRIESCH, Die Ergebnisse der neueren Studien über die Protozoën, namentlich über die Infusorien. Természettudományi Közlöny, VII. (1867) 157. (ungarisch).

der Zellkern, dem er im äusseren Ansehen so sehr ähnlich ist, in Bezug auf die Zelle. Bedenkt man, dass die Körperhülle der *Gregarinen* die Einfachheit und Permeabilität der Zellenmembran besitzt und dass der körnigflüssige Körperinhalt sehr wohl einen Vergleich mit dem Zelleninhalt zulässt, so liegt es sehr nahe, den Organismus der *Gregarinen* mit dem der elementaren Zelle auf gleiche Stufe zu stellen. Dies ist denn auch von Kölliker geschehen, welcher die *Gregarinen* geradezu als «einzellige Thiere» bezeichnet. Ich kann diese Anschauung, so ansprechend sie ist und so beifällig sie auch bereits von mehreren Seiten aufgenommen worden ist, nicht theilen.»[1] Ganz im selben Sinn äussert sich Stein sowohl im ersten,[2] als im zweiten Theil seiner Monographie der *Infusorien;* am letzteren Ort ist seine Ansicht in folgende Worte zusammengefasst: «Die Infusorien sind in Bezug auf ihren Ursprung entschieden einzellige Thiere, und wenn man diese Bezeichnung nur in diesem Sinne gebrauchte, so würde ich dieselbe durchaus gerechtfertigt finden, ja sie würde sich sogar ungemein empfehlen, weil sie den fundamentalsten Unterschied der Infusionsthiere von den ausserhalb des Protozoënkreises stehenden Thieren, die ihrer ersten Anlage nach mehrzellige Organismen sind, sehr prägnant ausdrückt. Die ausgebildeten Infusionsthiere aber wird man immer Anstand nehmen müssen als einzellige Organismen zu bezeichnen, denn sie sind nicht blos einfach fortgewachsene Zellen, sondern der ursprüngliche Zellenbau hat einer wesentlich andern Organisation Platz gemacht, die der Zelle als solcher durchaus fremd ist.[3]

Der erste Abschnitt der eben citirten Stein'schen Aeusserung, dessen Spitze gegen jene, in der Monographie der *Radiolarien* auch von Haeckel getheilten Ansicht Schultze's gekehrt ist, wonach die höheren *Rhizopoden* und *nfusorien* durch die Verschmelzung mehrerer Zellen entstehen würden, scheint in der That ‹ie Einzelligkeit energisch zu verfechten; doch wird dieser Schein im zweiten Abschnitt, wo Stein wieder auf seinen reservirten Standpunkt zurückkehrt, gänzlich zerstört. Diese Vorsicht in der Aeusserung war auch vollkommen motivirt, zu einer Zeit, wo — um vom Uebrigen ganz abzusehen — es für bewiesen schien, dass die Kerne der Infusorien Ovarien entsprechen, aus deren Theilungsproducten Embryonen, in den für Hoden angesehenen Kernkörperchen hingegen Spermatozoiden sich entwickeln, was mit der Einzelligkeit kaum in Einklang gebracht werden konnte, — und wo die brillanten Studien Haeckel's über die *Radiolarien* zu dem Ergebniss führten, dass in der Sarcode dieser *Rhizopoden* Gebilde von verschiedenem Zellwerth vorkommen, wodurch die Einzelligkeit absolut ausgeschlossen schien.

Johannes Müller, der auf dem Gebiete der thierischen Biologie in Deutschland zwei Decennien hindurch mit Recht als Führer galt, hat, wie aus einer Anmerkung Lachmann's hervorgeht, in seinen Vorlesungen über vergleichende Anatomie die Einzelligkeitslehre entschieden verurtheilt, und seine beiden ausgezeichneten Schüler, der soeben erwähnte Lachmann und Claparède traten, treu den Principien des Meisters, sowohl in besonderen Arbeiten, als in ihren gemeinsam ausgearbeiteten hochwichtigen Studien, der Einzelligkeitslehre vielleicht sogar mit zu grossem Eifer entgegen.

Kölliker hat, wie oben erwähnt, seine Ansichten über die Einzelligkeit der *Protozoën,* gestützt auf seine Studien über die Organisation von *Actinosphaerium Eichhornii* entwickelt;[1] Claparède wählte den mit *Actinosphaerium* nahe verwandten *Actinophrys Sol* * als Vorwurf zur Kritik der Einzelligkeitslehre,[2] und gelangte bei seinen Untersuchungen zu folgendem Ergebniss, dass «Den *Actinophryen, Amoeben, Arcellen* und anderen Rhizopoden fehlt eine Hautbedeckung, also die Zellmembran gänzlich. Nicht minder muss ich den nackten Rhizopoden (wenigstens *Actinophrys Eichhornii, Amoeba diffluens* und *Amoeba radiosa)* einen Kern ableugnen, wahrschein-

[1] AAP. (1848). 190—191.

[2] S. 55.

[3] Der Org. II. 22.

[1] ZWZ. I. (1849).

* Die beiden vortrefflichen Forscher verfielen in den eigenthümlichen Irrthum, dass Kölliker, in der Meinung *Actinophrys Sol Ehrb.* zu untersuchen, thatsächlich *Actinophrys Eichhornii Ehrb.* vor sich hatte Claparède dagegen *Actinophrys Sol Ehrb.* beschrieb, aber *Actinophrys Eichhornii* zu erkennen meinte; Stein hielt wieder in seiner Entwickelungsgeschichte der Infusorien die ungestielte Form von *Podophrya fixa (P. libera)* für *Actinophrys Sol,* hat aber diesen Irrthum später berichtigt und für das vielkernige *Actinophrys Eichhornii* ein besonderes Genus, nämlich *Actinosphaerium* aufgestellt.

[2] AAP. (1854).

lich entbehren auch die Beschalten (wenigstens *Arcella)* dieses Gebilde.[1]

Demnach wären sie noch einfacher organisirt als die elementarsten Zellen, welche zu jener Zeit noch allgemein für Kerne und Zellinhalt einschliessende Bläschen gehalten wurden; mit anderen Worten: CLAPARÈDE hielt die Rhizopoden für so einfache Organismen, wie die HAECKEL'schen Moneren sind. Wohl hat CLAPARÈDE die Sache anders aufgefasst und das Hauptgewicht darauf gelegt, dass die Organisation der Rhizopoden nicht in das Zellenschema passt; dabei schrieb er ihnen aber eine hohe Organisation, ja selbst ein Circulationssystem zu, indem er die pulsirenden Vacuolen für Herzen ansprach.

LACHMANN gelangte, hauptsächlich auf Grund seiner Studien über den Organismus der *Vorticellinen* zu der eigenthümlichen Ansicht, dass der Infusorienleib, wie bei den Coelenteraten, eine mit breiigem *Chymus* (d. i. dem weicheren Endoplasma) erfüllte Verdauungshöhle einschliesst.[2] — Das wäre nun wieder eine ganz neue Ansicht! Die Infusorien wären also Magenthiere, wenn auch nicht, wie EHRENBERG lehrte, polygastrische, sondern monogastrische, und repräsentirten — nach der Ansicht von LACHMANN — ein Säckchen oder einen Magen.

Dieser abenteuerlichen Auffassung, — von welcher nur soviel der Wahrheit entspricht, dass die Verdauung in dem von der verdichteten äusseren Rindenschicht oder dem *Rindenplasma (Rindenparenchym* STEIN, *Ectosark* WALLICH, *Ectoplasma* o. *Exoplasma* HAECKEL) mit Recht als *Innenplasma (Innenparenchym* STEIN, *Entosark* WALLICH, *Entoplasma* HAECKEL) zu unterscheidenden inneren, weicher beschaffenen Theil des Protoplasma vor sich geht, was übrigens bereits DUJARDIN lehrte, dass also dieser Theil des Protoplasmaleibes sich zuerst mit den bereits assimilirten Säften, oder, wenn der Ausdruck zulässig ist, mit dem *Chylus* vermengt, — dieser Auffassung nun hat sich auch CLAPARÈDE in seinen in Gemeinschaft mit LACHMANN verfassten, hochwichtigen Studien vollkommen angeschlossen; da aber der Körper der Infusorien und Rhizopoden dieser Auffassung entsprechend mit einer echten Gastralhöhle versehen wäre, so sind die berühmten Autoren der «Études» factisch zu jenem Standpunkt zurückgekehrt, welchen einige Forscher des vorigen

[1] L. cit. 413.

[2] AAP. (1856).

Jahrhunderts einnahmen: das heisst, sie stellten die Protozoën neben Polypen und Hydren und wollten in ihnen blos Repräsentanten einer Subdivision der Coelenteraten erkennen.[1]

Nachdem CLAPARÈDE und LACHMANN die Infusorien und Rhizopoden für verhältnissmässig hoch organisirte Thiere hielten, die den Coelenteraten anzureihen sind, wird man es natürlich finden, dass sie sich — gleich EHRENBERG — von der ketzerischen Sarcode- und Einzelligkeitslehre mit wahrem Abscheu abwandten; zur Widerlegung der letzteren konnten sie aber ausser den gewandt gehandhabten Waffen einer schneidigen Dialektik kaum auch überzeugende Beweggründe zu Felde führen. Es wird wohl Jedermann zugeben, dass die Verfasser den Studien, indem sie der Frage: «Où en serait l'anatomie microscopique du système nerveux central sans l'acide chromique et les autres agents analogues?» die Antwort: «Le sarcode des Rhizopodes n'a pas encore trouvé son acide chromique»[2] auf dem Fuss folgen lassen, ausser einer für den Augenblick bestehenden Phrase nichts gesagt und nichts bewiesen haben, wenn nicht das, dass auch sie in der Grundsubstanz der Rhizopoden nur homogene Sarcode finden konnten. Die Einzelligkeitslehre trachten sie durch Ueberrumpelung, aber wieder nur mit dialektischen Waffen ein für allemal zum Schweigen zu bringen: «On serait tenté de croire que la théorie de l'unicellularité des infusoires n'a plus aujourd'hui q'un intérêt historique, comme celle de la polygastricité. Cependent elle compte encore un champion bien décidé, un de ses anciens défenseurs, M. Koelliker, qui a relevé courageusement, dans un Mémoire recent, le drapeau chancelant de son école,[3] comme M. Ehrenberg[4] vient d'arborer de nouveau celui de la sienne. Chacun d'eux, le dernier des Mohicans de ses propres idées! — La théorie de l'unicellularité des infusoires n'a pas besoin d'être combattue ici plus en détail. L'ouvrage que le lecteur a sous les yeux n'est qu' une longue protestation contre elle. Chacune de nos pages est un nouveau coup de hache porté à sa base.»[5]

Diese Axthiebe sind aber leere Drohungen geblie-

[1] Études I. 59.

[2] Op. cit. II. 421.

[3] Untersuchungen über vergleichende Gewebelehre. Würzburg. Verhandlungen. Dec. (1856) 97.

[4] Ueber den Grünsand. Berlin (1856).

[5] Études I. 14.

ben, da auch CLAPARÈDE und LACHMANN thatsächlich die Zusammensetzung des Infusorienleibes aus Geweben nicht nachweisen konnten. Als endlich CLAPARÈDE bei der Vergleichung der *Schwärmsporen der Myxomyceten* mit den *Flagellaten* — von welchen er (wie neuestens auch STEIN) alle mit pulsirenden Vacuolen versehenen für wahrhaftige Thiere ansah — zu dem Ergebniss gelangte, dass es zwischen den niedersten Thieren und Pflanzen keine Unterschiede giebt, und dass die Eintheilung der Organismen in ein Thier- und ein Pflanzenreich vollkommen erkünstelt ist:[1] war die schwere Axt seinen Händen gänzlich entfallen und er selbst gerieth unbewusst auf das Gebiet der Einzelligkeitslehre, da ja die Schwärmsporen der Myxomyceten zweifelsohne einzellig sind, und wenn von diesen die Monaden, von den Myxoamoeben aber die Amoeben nicht unterscheidbar sind, ist es klar, dass auch die letzteren einzellig sein müssen. Da aber nach CLAPARÈDE und LACHMANN sämmtliche Infusorien und Rhizopoden nach demselben einheitlichen Plan organisirt sind: so muss die Consequenz mit unerbittlicher Strenge zur Anerkennung der Einzelligkeit sämmtlicher Protozoën führen.

Auch ein gefeierter Histolog, LEYDIG, fand Gelegenheit gegen die Einzelligkeit der Infusorien und anderer Protozoën zu Felde zu ziehen.[2] Seiner Ansicht nach mag EHRENBERG in den Details viel geirrt haben, seine Grundidee aber, wonach die Infusorien hoch organisirt sind, wäre richtig. Auch die Infusorien wären, wie alle anderen Thiere aus Zellen aufgebaut, doch blieben die Zellen so klein, dass die Grundsubstanz scheinbar aus der homogenen Sarcode besteht. Zur näheren Begründung dieser Ansicht verweist LEYDIG auf die, besonders bei den *Vorticellen* und *Opalinen* unter der Cuticula gut unterscheidbaren, und auf Zusatz von Essigsäure deutlicher hervortretenden, kleinen Zellkernen ähnlichen Kügelchen, ferner auf die in der Rindensubstanz bei Infusorien häufig angetroffenen stäbchenförmigen Gebilde, endlich auf den Stielmuskel der *Vorticellen*, alles Gründe gegen die Einzelligkeit. Hinsichtlich der Körperchen von zellkern-ähnlichem

[1] Op. cit. III. 32.

[2] Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, (1857) 15. §. 14. Vom Bau des thierischen Körpers. I. (1864) 15.

Habitus unter der Cuticula der *Vorticellen* bemerkt STEIN: «Sie geben der ganzen Körperoberfläche ein gleichförmiges, fein chagrinirtes Ansehen und stehen so dicht bei einander, dass ich nicht begreife, wie diese feinen Körner sollen Zellenkerne sein können, zumal die Grundsubstanz, in der sie eingebettet liegen, völlig amorph ist und nicht die leiseste Spur einer Sonderung in zellenähnliche Felder erkennen lässt.»[1]

Von den kernartigen Gebilden bei *Opalina Ranarum* hat in neuerer Zeit ENGELMANN nachgewiesen,[2] dass es wahrhaftige Kerne, aber nicht von Gewebszellen, sondern der *Opalinen* selbst sind, welche, wie zahlreiche andere Ciliaten, mit vielen Kernen versehen sind. Aber auch die noch immer räthselhaften stäbchenförmigen Körperchen — mögen sie nun *Nesselorgane* (trichocysten), wofür sie nach ALLMANN von den meisten Forschern gehalten werden, oder, wie STEIN glaubt, *Tastkörperchen* sein — können der Einzelligkeit nicht entgegengehalten werden, da auch die wahren Nesselorgane der Coelenteraten und mancher Turbellarien keine Zellen und nicht einmal aus Zellkernen hervorgegangen, wie KÖLLIKER meinte, vielmehr, wie durch die von KLEINENBERG an der *Hydra*, von F. E. SCHULTZE an *Cordylophora lacustris* angestellten Studien unzweifelhaft geworden ist, in den einzelnen Ectodermzellen, gleich den Chlorophyllkörperchen in den Pflanzenzellen oder den zahlreichen Dotterblättchen in den Eiern, frei sich entwickelnde Gebilde sind; die Stäbchen der Turbellarien, welche z. B. bei *Stenostomum leucops* mit den Stäbchen der Infusorien vollkommen übereinzustimmen scheinen, entwickeln sich in den Ectodermzellen bei vielen Repräsentanten dieser Würmer geradezu massenhaft. Was endlich den sogenannten *Stielmuskel* der mit contractilem Stiel versehenen *Vorticellinen* und überhaupt die bandförmigen, sich gleich Muskelfasern contrahirenden Fasern der Infusorien anbelangt, welche, wie oben erwähnt, bei den *Stentoren* schon EHRENBERG gekannt hat: so gehen diese, wie heute bereits bestimmt behauptet werden darf, nicht wie echte Muskelfasern aus besonderen Zellen hervor, sondern sind lediglich Differenzirungen der Rindenschichte des Protoplasmaleibes. Dass sich aber derlei contractile Bänder in einer einzigen Zelle wirklich entwickeln

[1] Der Org. II. 9.

[2] MT. I. (1876).

können und auch entwickeln, wird am schlagendsten durch ihr Vorkommen bei den *Euglenen* bewiesen, obschon diese Protisten von den einzelligen Algen so wenig verschieden sind, dass sie — wie es CIENKOWSKI thut[1] — mit den *Palmellaceen* ohne Zwang vereinigt werden können. Aus Alldem geht hervor, dass die von CLAPARÈDE und LACHMANN für sehr wichtig gehaltenen LEYDIG'schen Beweisgründe unhaltbar sind und gegen die Einzelligkeit nicht können angeführt werden.

In seiner prachtvollen Monographie der *Radiolarien*[2] unterscheidet HAECKEL unter den Rhizopoden und Infusorien, nach der histologischen Structur, zwei Typen, nämlich: Einzellige, wie die niederen Rhizopoden, namentlich *Amoeben,* welchen wahrscheinlich auch die *Arcellinen* sowie sämmtliche Flagellaten anzureihen sind, — ferner solche, die nach der M. SCHULTZE'schen Hypothese durch das Verschmelzen mehrerer Zellen zu Stande kommen, wohin die höheren Rhizopoden, insbesondere die *Radiolarien,* ferner die *Ciliaten* zu reihen sind. Auf diese, vermeintlich auf sicherer Basis ruhenden zwei verschiedenen Typen hat dann HAECKEL jene von GEGENBAUR zwischen Thier- und Pflanzenreich gezogene neue Grenzlinie angewandt, nach welcher die Organismen entweder einzellig bleiben oder im Verlauf der Entwickelung mehrzellig werden. Der fundamentale Unterschied zwischen Thier- und Pflanzenreich würde aber darin bestehen, dass das Pflanzenreich sowohl ein- wie mehrzellige Organismen umfasst, während die Vertreter des Thierreichs nur vorübergehend, als Eier, einzellig, nach ihrer erlangten vollkommenen Entwickelung aber stets aus mehreren Zellen zusammengesetzt sind.[3] Gestützt auf diese, einer strengen Kritik nicht unterworfenen Criterien, verwies nun HAECKEL sämmtliche einzellige Rhizopoden und Infusorien in das Pflanzenreich, während er die höheren Rhizopoden und Infusorien, als seiner Auffassung entsprechend der Entwickelung nach mehrzellige Organismen, für Vertreter des scharf umgrenzten Thierreichs anerkannte.

Man muss gestehen, dass diese zwischen Thier- und Pflanzenreich gezogene neue Grenzscheide sehr scharf ist und ganz besonders zur systematischen Eintheilung der zwischen den zwei Reichen schwebenden niedersten Organismen geeignet erscheint; sie leidet aber an dem Fundamentalfehler: den Thatsachen nicht zu entsprechen. Das Verdienst, die vollkommene Unhaltbarkeit dieser Auffassung erwiesen zu haben, gebührt STEIN.[1] Unhaltbar ist sie: weil keine einzige positive Angabe für die Entwickelung der höheren Rhizopoden und Infusorien durch Verschmelzung mehrerer Zellen vorliegt, — und weil sie sich nicht auf Beobachtungen, sondern kurzweg auf die analoge Entwickelung der Plasmodien von Myxomyceten stützt. Aus dem Vorhandensein mehrerer Kerne in zahlreichen Rhizopoden und Infusorien kann aber nichts weniger, als die Entstehung durch Verschmelzen ebenso vieler Zellen, als Kerne vorhanden sind, gefolgert werden, wofür, wie gesagt, keine einzige Beobachtung vorliegt. Sind uns ja doch auch andere polynucleäre Zellen bekannt, z. B. die häufig 6—7 Kerne enthaltenden farblosen Blutzellen, oder die Riesenzellen im Knochenmark, die Myeloplaxen, welche ganze Haufen von Kernen aufweisen, ohne durch Verschmelzen mehrerer getrennter Zellen hervorgegangen zu sein. Es führen auch nicht alle Ciliaten mehrere Kerne, im Gegentheil sind bei den meisten von ihnen nur einzelne Kerne zu beobachten. Würde daher die Zahl der Kerne andeuten, wie viele Zellen zu einem Infusorienleib verschmolzen sind, so müssten die mit einem Kern versehenen für einzellig und nach der GEGENBAUR-HAECKEL'schen Auffassung für Pflanzen angesprochen werden. Was soll nun aber mit den Amoeben, Arcellen, Difflugien und zahlreichen anderen Rhizopoden geschehen, welche bald einen, bald mehrere Kerne enthalten? Sind vielleicht die jungen, einzelligen Arcellen wahre Pflanzen, befinden sich etwa die zweizelligen im Zustand des Thierwerdens und sind die vielzelligen schon ganz zu fertigen Thieren umgewandelt? Man sieht, auf welche gefährliche Untiefe die fatalen Consequenzen dieser Auffassung hinführen, von welcher flott zu werden es nur ein Mittel giebt: die ganze Anschauung mit Resignation über Bord zu werfen.

Die von zahlreichen competenten Forschern gegen die Einzelligkeitslehre gerichteten Angriffe, insbesondere die entschiedene Zurückweisung, welche derselben in dem grossen, seit EHRENBERG — von den STEIN'schen Arbeiten abgesehen — für sämmtliche

[1] Conf. l. s. cit.

[2] Die Radiolarien.

[3] De animalium plantarumque regni terminis et differentiis. Jenæ. 1860.

[1] Der Org. II. 14. 21.

Protisten wichtigsten Werk von CLAPARÈDE und LACHMANN zu Theil wurde, haben — obschon keiner dieser Angriffe einer strengen Kritik Stand zu halten vermag — den Credit der Einzelligkeitslehre doch so sehr erschüttert, dass diese zu Anfang der sechziger Jahre den meisten Fachmännern beinahe veraltet, nur mehr von historischem Werth erschien, gerade so, wie die bereits ins Mythische übergegangene EHRENBERG'sche Lehre. Inmitten der damaligen wissenschaftlichen Strömung konnte MARGÓ in der That mit Recht behaupten, dass v. SIEBOLD die Infusorien mehr poetisch als wahrheitsgetreu für selbständige Zellen anspricht.[1]

Die Geschichte der Wissenschaften weist genug Beispiele auf, dass neu ausgesprochene Ideen anfangs mit Begeisterung aufgenommen, dann mit allmälig wachsender Gleichgiltigkeit betrachtet, um endlich fallen gelassen und begraben zu werden. Allein die Wahrheit kann nicht im Grabe ersticken; dem in die Erde gebetteten Samen gleich wird sie über kurz oder lang neue Keime treiben, und ihr Recht fordernd hervorbrechen. Dieses Loos wurde auch der Lehre von der Einzelligkeit zu Theil; sie schien bereits vollkommen widerlegt, als sie neu belebt schliesslich doch den Sieg davontrug.

Der eine Begründer dieser Lehre, v. SIEBOLD, hat, nachdem er seine Abhandlung über die einzelligen Thiere und Pflanzen im Jahre 1849 veröffentlicht hatte, an der entstandenen Debatte sich nicht weiter betheiligt. Dagegen ergriff KÖLLIKER wiederholt das Wort und befasste sich namentlich im Jahre 1864 in einer Arbeit über die feinere Structur der Protozoën[2] eingehend mit der strittigen Frage. Als Endergebniss seiner Untersuchungen ist hier gesagt, dass die Gregarinen und Infusorien nicht aus mehreren Zellen bestehen: denn obschon dieselben, besonders die letzteren, in vielen Hinsichten eigenthümlich complicirte Structurverhältnisse aufweisen, hindern diese doch nicht, sie mit einfachen Zellen gleichwerthig zu halten.[3] Bezüglich der höheren Rhizopoden hält aber KÖLLIKER nicht für unmöglich, dass es mehrzellige Wesen sind, deren Elemente gänzlich verschmolzen.[1] Dies konnte KÖLLIKER um so mehr für wahrscheinlich erachten, als er die Spongien als nächste Verwandte der Rhizopoden ansprach.

Mehr als die neueren Publicationen von KÖLLIKER mussten die Ansichten in die Waagschale fallen und auch grössere Wirkungen hervorrufen, welche der berühmte Specialforscher STEIN im Jahre 1867, im zweiten Theil seiner grossen Monographie entwickelte. Dieselben culminiren, wie bereits oben erwähnt, in dem Satze, dass die Infusorien (und andere Protozoën) dem Ursprung nach einzellig und niemals aus Geweben zusammengesetzt sind. Bei den höheren Formen hätte dagegen der ursprüngliche Zellenbau einer wesentlich verschiedenen Organisation Platz gemacht, die der Zelle als solcher durchaus fremd ist.

Wie zu sehen, kommt die STEIN'sche Auffassung der v. SIEBOLD'schen noch näher, als KÖLLIKER; sie kann in der That als entschiedener Beweis für die Einzelligkeit betrachtet werden. Ist es wahr, dass die Protozoën ursprünglich einzellig sind, und dass sämmtliche Differenzirungen ihrer Organismen im Rahmen dieser einen Zelle sich entwickeln — mögen dieselben, im Vergleich mit den Gewebszellen, noch so fremdartig sein —: so muss man selbst bei der grössten Vorsicht und alles erwogen, doch bei dem Ausspruch anlangen, dass trotz der hohen Differenzirung einiger Protozoën, dem morphologischen Werthe nach denn doch Alle einzellig sind.

Forscht man nach dem morphologischen Werth der einzelnen Organe bei den aus Geweben zusammengesetzten Thieren und Pflanzen, so wird man finden, dass dieselben entweder ein- oder mehrzellig sind; eine besondere dritte Kategorie könnten höchstens jene bilden, welche entweder durch das Verschmelzen mehrerer Zellen zu Stande gekommen sind, wie z. B. die Matrix der Insecten, oder endlich jene, welche in den mehr-minder umgewandelten Zellen die differenzirten Theile bilden und als Organe der Zelle selbst anzusehen sind: z. B. die Kerngebilde, die Zellmembran, die Chlorophyll- und Stärkekörperchen, Nesselorgane, Muskelelemente (sarcous elements) u. A. Was von einzelnen Organen gilt, dasselbe kann auch von den Organismen gelten; auch diese können zweien Kategorien angehören, d. h. sie können ein- oder mehrzellig sein. Sind nun

[1] Mathematikai és Természettudományi Közlemények. Herausg. von der ung. Akad. d. Wissensch. (1865). S. 78 (ungarisch).

[2] Icones histiologicae I. (1864).

[3] L. cit. 24.

[1] L. cit. 25.

aber die Protisten dem Ursprunge nach einzellig — wie denn auch keine einzige Beobachtung dafür spricht, dass sie durch Verschmelzen mehrerer Zellen hervorgegangen wären — so können die weder aus einer, noch aus mehreren Zellen zusammengesetzten Organe derselben für nichts Anderes, als für Organe der Zelle selbst angesprochen werden, wonach die Protisten selbst entschieden für einzellig anzusehen sind. Dabei können gegen die Einzelligkeit nicht einmal theoretische Gründe in die Waagschale fallen; sprechen ja doch eben diese für die Wahrscheinlichkeit, ja Nothwendigkeit der Einzelligkeit der niedersten Organismen. In Anbetracht, dass die höheren Differenzirungen der Organisation sowohl im ontogenetischen als im phylogenetischen Entwickelungsgang der Organismen sich von einem einfachen Ausgangspunkt allmälig entwickeln — ferner, dass die phylogenetische Reihe Organismen aufweist, welche der embryonalen Organisation der höher Stehenden entsprechen, das heisst auf jener Entwickelungsstufe stehen geblieben sind, welche den Höheren nur übergangsweise zukommt; in Anbetracht ferner, dass alle höheren Organismen im Anbeginn des Lebens, als Eier oder Sporen, vorübergehend einzellig, hierauf zeitweilig aus einigen wenigen, dann aus zahlreichen gleichartigen Zellen zusammengesetzt waren, aus welchen dann durch verschiedene Gruppirungen und Umwandlungen die Gewebe hervorgehen; in Anbetracht endlich, dass es neben den Organismen mit sehr complicirtem Gewebsbau auch um vieles einfachere, ja schliesslich Organismen giebt, welche aus einer einzigen grossen Entodermzelle bestehen, die von nur wenigen Ektodermzellen umhüllt wird, — wohin nach den hochinteressanten Untersuchungen E. van Beneden's die *Dicyemiden* zu rechnen sind,[1] welche nach genanntem Forscher als *Mesozoën*, die *Metazoën* mit den *Protozoën* verbinden: Alldas in Betracht gezogen, ergiebt sich mit logischer Nothwendigkeit die Folgerung, dass das unterste Glied der Kette durch Organismen eingenommen werden müsse, welche auf dem für die übrigen nur übergangsweisen Ausgangspunkt stabil verbleiben, d. h. das ganze Leben hindurch einzellig sind.

[1] Recherches sur les Dicyémides, survivants actuels d'un embranchement des Mesozoaires. Bullet. de l'Acad. roy. des sciences de Belgique. 45 année. Bruxelles 1876.

Wir wollen zunächst einen Blick auf jene Differenzirungen werfen, welche der Zelle in einem Maasse fremd sind, dass sie dieselbe ihres ursprünglichen Werthes entkleiden. Sollten diese hohen Differenzirungen mit der Einzelligkeit wirklich nicht in Einklang gebracht werden können?

Die niederen Formen können hier nicht in Betracht kommen: darunter sind die niederen Rhizopoden, wie z. B. die *Amoeben* von gewissen einzelligen *Myxamoeben* und den farblosen Blutzellen durch keinerlei wesentliche Merkmale verschieden; letztere werden auch von Stein für zweifellos einzellig gehalten.[1] Ihnen reihen sich die übrigen niederen Rhizopoden, und durch die vermittelnden *Monocystiden* auch die *Gregarinen* unmittelbar an. Die *Flagellaten*, von denen ein grosser Theil mit den gewiss einzelligen Schwärmsporen, ein anderer Theil aber mit den Kragenzellen des Entoderms der Schwämme an Organisation übereinstimmt, können gleichfalls keine Schwierigkeiten bereiten. Für die *Noctilucen* kann die Einzelligkeit nach den Untersuchungen Cienkowski's[2] ebenfalls für bewiesen angenommen werden. Wirklichen Schwierigkeiten begegnet man nur bei den Organisationsverhältnissen der Ciliaten und der höheren Rhizopoden, namentlich der Radiolarien; wir wollen daher diese betrachten.

Auf die Differenzirungen im Rindenplasma der Infusorien, nämlich auf die gegen die Einzelligkeit häufig zu Feld geführten *stäbchenförmigen Körperchen*, und die *contractilen Bänder*, die *Muskel-* oder *Myophanfasern* ist bereits im Obigen reflectirt worden; alldiese Gebilde sind der Zelle eben so wenig fremd, wie die auch bei den einzelligen Algenschwärmern und den farblosen Blutzellen angetroffenen pulsirenden Vacuolen. Die Kerngebilde könnten in der That gegen die Einzelligkeit vorgebracht werden, wenn die *Kerne* wahre Ovarien, die *Kernkörperchen* aber Hoden wären, wofür sie von Balbiani, Claparède und Lachmann und von Stein angesprochen wurden; wie ich aber weiter unten ausführen werde, haben neuere Untersuchungen diese Auffassung als irrthümlich erwiesen; in Folge dessen bilden auch die Kerngebilde keinen Grund gegen die Einzelligkeit.

Demnach wäre die Art der Einverleibung der Nah-

[1] Der Org. 19.

[2] AMA. IX. (1872).

rung, das «*Essen*» der einzige Process, und es wären die für die Aufnahme der Nahrung und für die Entleerung der unverdaulichen Theile bestimmten constanten Oeffnungen sammt dem Schlund diejenigen Differenzirungen, welche der Zelle nicht eigen sind. So viel steht zweifellos fest, dass sich die Gewebszellen von präformirten Nahrungssäften auf osmotischem Wege ernähren; darum darf aber die Aufnahme fester Theile, das Essen durchaus nicht für eine bei den Zellen höherer Organismen beispiellose Lebensverrichtung angesehen werden. Weiss man doch, dass Carmin- oder Indigokörnchen von farblosen Blutzellen mit der gleichen Gier verschlungen werden, wie von *Amoeben;* ja zuweilen, so in Blutextravaraten und in der Milzpulpa, kommt es sogar vor, dass farblose Blutzellen über die rothen herfallen und diese im strengsten Sinn des Wortes verschlingen. Nach James-Clark sollen auch die Kragenzellen des Entoderms der Spongien essen, und wahrscheinlich mit präformirten Oeffnungen versehen sein.[1] Nach Metschnikow pflegen die Entodermzellen der Turbellarien und verschiedenen Coelenteraten die Nahrungsbestandtheile entweder wie *Amoeben* zu verschlingen oder durch feine Pseudopodien ihrem Körper einzuverleiben und hier zu verdauen. Diese Art der Nahrungsaufnahme ist bei den Turbellarien und Coelenteraten so sehr verbreitet, dass die Annahme Metschnikow's, wonach dieselbe bei den Ahnen sämmtlicher derzeit lebender *Metazoën* Regel war,[2] für gerechtfertigt erscheint. Gleichfalls nach Art der Rhizopoden wird die Nahrung, nach Sommer's Untersuchungen von den Entodermzellen von *Distomum hepaticum,*[3] nach meinen eigenen Beobachtungen aber von den Rotatorien aufgenommen. Dass endlich auch die Resorptionszellen der Vertebraten, die deren Darmzoten überkleidenden Entodermzellen ebenfalls «*essen*», d. i. gewisse Nahrungsbestandtheile, namentlich Fettkörnchen, wie Protisten aufnehmen, wird durch die von mehreren Seiten (Fortunatow, Landois u. A.) bestätigten schönen Untersuchungen meines geehrten Freundes L. von Thanhoffer bewiesen.[4] Dass bei den Ciliaten und vielen Flagellaten, bei welchen das Rindenplasma von einer Cuticula bekleidet, zuweilen sogar mit einem festen Panzer bedeckt oder mindestens von einer resistenteren und consistenteren Schicht begrenzt ist, für die Einverleibung und Entleerung ein präformirte Mund- und Afteröffnung vorhanden ist, kann nicht im geringsten überraschen, da sich in diesen Differenzirungen blos eine Realisirung jenes in der organischen Natur auf Schritt und Tritt sich offenbarenden Princips erkennen lässt, wonach bei niederen Organismen noch nicht an eine bestimmte Stelle fixirte primitive oder gar nur temporär auftretende Organe sich bei den höheren Formen localisiren, vervollkommnen, und stabilisiren.

Nach diesem Princip entwickeln sich z. B. auf der die Respiration vermittelnden Körperoberfläche, als Vergrösserung derselben, zerstreute Hervorstülpungen, welche, stabilisirt und vervollkommnet zur Bildung der localisirten Kiemen führen. Uebrigens sind, wie soeben erwähnt, mit präformirter Mundöffnung auch die Kragenzellen der Spongien versehen, und präformirte Aperturen werden ferner bei allen mit resistenten Hüllen versehenen Zellen angetroffen, welche irgendwelche Substanzen zu entleeren oder von aussen aufzunehmen haben; solche stabile Oeffnungen giebt es z. B. bei den einzelligen Drüsen und bei vielen Eiern (Mikropyle). Aus alldem geht hervor, dass der Infusorienorganismus von der primitivsten Zelle, dem mit einem Kern versehenen Protoplasmaklümpchen zwar in Vielem abweicht, aber kein einziges Organ besitzt, welches den höher differenzirten Zellen ganz und gar abgehen würde.

Grösseren Schwierigkeiten, als bei den Ciliaten, begegnet man, wenn der morphologische Werth der *Radiolarien* bestimmt werden soll. Zwar besteht die Grundsubstanz auch bei diesen Rhizopoden aus Sarcode oder Protoplasma; doch sind in letztere nach der Auffassung von Huxley, Johannes Müller, Claparède und Lachmann, sowie von Haeckel, der die Radiolarien zuerst eingehend studirte, verschiedene *Elemente, die den Werth von Zellen haben*, eingebettet.

Wie bekannt, zerfällt das Protoplasma bei den *Radiolarien* in ein extracapsuläres und in das intracapsuläre; ersteres, von welchem die Pseudopodien ausstrahlen, bildet eine die sogenannte *Centralkapsel* umhüllende Corticalschicht; das intracapsuläre Pro-

[1] On the Spongiae Ciliatae. 326.

[2] Ueber die intracelluläre Verdauung bei Coelenteraten Zoolg. Anzeiger, III. (1880) No. 56. S. 261.

[3] Die Anatomie des Leberegels Distomum hepaticum L. ZWZ. XXXIV. (1880) 578.

[4] Beiträge zur Fettresorption. Ért. a term. tud. köréből. Herausg. d. ung. Akad. d. Wissensch. Bd. II. No. X. Budapest 1873.

toplasma wird dagegen von einer ziemlich dickwandigen und von Porenkanälchen durchsetzten Cyste gebildet, deren Protoplasmainhalt eben durch die Porenkanälchen mit dem Extracapsulären communicirt. — Inmitten der Centralkapsel ist zuweilen noch ein mit einer feinen Membran umkleidetes kugeliges Gebilde, die sogenannte *Binnenblase* situirt. — Für echte Zellen des Radiolarienleibes wurden gehalten: die zahlreichen *Alveolen* des extra- und intracapsulären Protoplasma, ferner die häufig sehr dicht gedrängten *hellen Bläschen* der Centralcapsel, endlich die im extracapsulären Protoplasma zumeist, wenn auch nicht immer vorhandenen «*gelben Zellen*». Von diesen vermeintlichen Zellen sind aber, nach den sehr genauen neueren Untersuchungen von R. Hertwig,[1] nur die gelben Zellen wirkliche Zellen, die extra- und intracapsulären Alveolen dagegen nichts weiter, als mit wasserklarer Flüssigkeit erfüllte Vacuolen, deren Anwesenheit dem Protoplasma gerade so, wie bei *Actinosphaerium* eine schaumige Beschaffenheit verleiht. Die hellen Bläschen der Centralcapsel aber entsprechen Zellkernen, welche sich bei der Fortpflanzung der Radiolarien je mit eine Schicht des intracapsulären Protoplasma umhüllen, auf diese Weise zu Zellen gestaltet und beim Bersten der Centralcapsel als monadenförmige Schwärmer frei werden. Die Entstehung dieser Kerne ist ganz eigenthümlich, von der bisher bekannten Entstehungsart der Zellkerne verschieden. Nach Hertwig besitzen die mit Binnenblasen versehenen Radiolarien eigentlich nur einen sehr hoch differenzirten Kern: die sogenannte Binnenblase selbst, in deren feinkörniger, heller Grundsubstanz bald ein bald mehrere kugelige oder verzweigte, häufig an Pilzmycelien, z. B. an Saprolegnien erinnernde Gebilde: *Binnenkörper* enthalten sind; letztere würden also den Kernkörperchen entsprechen, deren Sprösslinge sich lostrennen, aus der Binnenblase in das Protoplasma der Centralcapsel eindringen und hier die «*hellen Kugeln*» bilden.

Ich muss hier bemerken, dass ich gewisse Differenzirungen des Radiolarienleibes, namentlich die Kieselskelete von verschiedener Structur, so wie die in der Centralkapsel häufig vorkommenden crystallinischen Körperchen und farbigen Oeltröpfchen hier absichtlich unberücksichtigt liess, da dieselben Gebilde auch bei den niederen Rhizopoden vorkommen, und mithin bei der Feststellung des morphologischen Werthes der *Radiolarien* ohne Bedeutung sind.

Der dargelegten Auffassung gemäss wären die *Radiolarien* viel einfacher organisirt, als von Haeckel angenommen wurde, und sie würden einer ganz eigenartigen, sehr grossen (grössere Formen haben oft einen Durchmesser von 4 bis 5 mm. und darüber) hochentwickelten Zelle entsprechen, deren Protoplasma durch eine dickwandige Kapsel in eine äussere, der Ernährung, und eine innere, der Fortpflanzung dienende Partie getheilt ist, in welcher letzteren der sehr hoch differenzirte eigentliche Kern, die Binnenblase, sowie die in derselben proliferirenden und sodann in das intracapsuläre Protoplasma gelangenden hellen Bläschen enthalten sind. Blos die *gelben Zellen* wären gegen die Einzelligkeit sprechende Formelemente von wirklichem Zellenwerth. Letztere sind kugelige oder ellypsoide Zellen mit Membran und Kern, durch eine gelbe Modification des Chlorophylls tingirt, enthalten Stärkekörperchen und vermehren sich durch Theilung; sie stimmen daher mit einzelligen Algen vollkommen überein. Uebrigens werden sie nicht ganz constant, aber meistens, und zwar im extracapsulären Protoplasma angetroffen.

Würden die gelben Zellen wirklich einen ergänzenden Theil des Radiolarienorganismus bilden, so könnten diese Rhizopoden zweifelsohne nicht für einzellig angesprochen werden, und die Anwesenheit jener Zellen im Protoplasma des Radiolarienleibes könnte mit Stein[1] nur durch die Annahme erklärt werden, dass dieselben durch endogene Zellenbildung zu Stande gekommen sind. *Ist es aber nicht wahrscheinlich, dass sie überhaupt nicht den Radiolarien eigen, sondern in das Protoplasma der Radiolarien eingedrungene einzellige Algen sind?* Zieht man ihr inconstantes Vorkommen in Betracht, und erwägt man, dass über deren Bildungsmodus ausser der Vermehrung durch Theilung nichts Positives bekannt ist, ferner dass gewisse Algen mit Vorliebe in andere Organismen, wie z. B. in das Mesoderm der Spongien eindringen und sich hier lustig vermehren; alldas so wie das, was von den sogenannten Clorophyllkörperchen der Ciliaten und Rhizopoden weiter unten gesagt werden soll, in Erwägung gezogen, spricht die grösste Wahrscheinlichkeit dafür, dass die gelben Zellen eigentlich mit den *Radiolarien* nichts gemein haben. Für diese, schon von vornherein wahrschein-

[1] Zur Histologie der Radiolarien. (1876).

[1] Der Org. II. 16.

liche Auffassung spricht auch die Beobachtung CIENKOWSKI's, wonach die gelben Zellen von *Callozoum inerme* nach Zerstörung und Absterben des Radiolarienleibes Leben und Vermehrung durch Theilung fortsetzen, woraus CIENKOWSKI wohl mit vollem Recht den Schluss ziehen konnte, dass die gelben Zellen selbstständige Organismen, einzellige Algen sind und nicht den *Radiolarien* angehören.[1] HERTWIG, der die Zugehörigkeit der gelben Zellen zum Organismus der *Radiolarien*, CIENKOWSKI gegenüber, entschieden behauptete,[2] erklärt sich nach neueren Untersuchungen für die Richtigkeit der CIENKOWSKI'schen Ansicht.[3] *Wenn somit die gelben Zellen nicht dem Organismus der Radiolarien angehören, so obwaltet kein Hinderniss: die Radiolarien so wie auch die übrigen Rhizopoden, trotz ihrer hohen Differenzirung für einzellige Organismen zu halten.*

Indem sich die Kenntniss der Organisation der Protisten in dieser Richtung weiter entwickelte und klärte, musste die Annahme von CLAPAREDE und LACHMANN, wonach die Zusammensetzung der Sarcode der Protisten aus Zellen und Geweben nur wegen der Unvollkommenheit der angewandten histologischen Untersuchungsmethoden nicht erkannt werden kann, immer mehr an Credit einbüssen, wogegen die Lehre von der Einzelligkeit aller, oder mindestens der meisten Protisten immer tiefere und kräftigere Wurzeln schlug. Heutzutage könnte man wohl keinen einzigen competenten Fachmann nennen, der die Zusammensetzung der Protisten aus Geweben vertreten würde; es herrscht diesbezüglich nur eine Ansicht, jene, dass der Protistenleib der Gewebe entbehrt, und diese Ansicht wird mit v. SIEBOLD und KÖLLIKER auch von STEIN, ENGELMANN, GEGENBAUR, HAECKEL, HUXLEY, E. VAN BENEDEN, CIENKOWSKI, CLAUS, E. F. SCHULZE, BÜTSCHLI, R. HERTWIG u. A. getheilt. Die Controverse beschränkt sich auf die eine Frage, ob die mit mehreren Kernen versehenen Protisten für einzellig oder für potentia mehrzellig, das heisst aus so vielen Zellen bestehend angesehen werden sollen, als Kerne vorhanden sind; dass aber auch die als mehrzellig inponirenden Protisten — wie die *Radiolarien* — eigentliche Gewebe entbehren, und dass deren Grundsubstanz, wie bei den Thier- und Pflanzenzellen aus Sarcode oder Protoplasma besteht, hierüber stimmen die Ansichten vollkommen überein. Wie gross der Unterschied hinsichtlich der histologischen Structur zwischen Protisten und höheren Organismen ist, darüber äussert sich HAECKEL mit folgenden, ebenso zutreffenden als schönen Worten: «Bei den meisten Protisten ist der ganze Körper zeitlebens nur eine Zelle. Aber auch bei jenen Protisten, welche in entwickeltem Zustande vielzellig sind, finden wir niemals wahre Gewebe und Organe, niemals jene eigenthümliche Arbeitstheilung und Anordnung der Zellen, welche den wahren Thierkörper und den wahren Pflanzenkörper auszeichnet. Denn hier beherrscht immer die Gesammtform des Körpers die ganze Anordnung und Bildung der Zellen, ihre Verbindung zu den Geweben und Organen, aus denen er zusammengesetzt ist. Bei den vielzelligen Protisten bewahren die gesellig verbundenen Zellen stets mehr oder weniger ihre Selbstständigkeit; sie bilden immer nur sehr lockere Gesellschaften, sociale Verbände ohne Arbeitstheilung, die nicht als centralisirte Staaten anerkannt werden können. Wenn wir vorher den einzelnen Organismus des Thieres, wie der Pflanze einem wohlorganisirten Culturstaate verglichen, so können wir dagegen die lockeren Zellenhaufen der vielzelligen Protisten höchstens mit den rohen Horden der uncivilisirten Naturvölker vergleichen. Die meisten Protisten bringen es aber wie gesagt, nicht einmal zur Bildung solcher Zellen-Horden, zu dieser niedersten Stufe der Association; sie ziehen es vor, als Einsiedler für sich zu leben und ihre volle Selbstständigkeit in jeder Beziehung zu bewahren. Die meisten Protisten bleiben zeitlebens isolirte Zellen, sie leben als Zellen-Einsiedler.»[1]

Unter polycellulären Protisten versteht HAECKEL die *Radiolarien*, ferner die mit mehreren Kernen versehenen *Infusorien* und *Rhizopoden*. Mit Bezug auf die ersteren, d. i. *Radiolarien*, habe ich bereits ausgeführt, dass eine Vielzelligkeit nicht besteht, dass somit die *Radiolarien* mit vielen anderen Rhizopoden und vielen Ciliaten blos als mehrkernig können angesprochen werden. Er fragt sich nun, ob man berechtig ist Organismen, deren Protoplasmaleib mehrere Kerne in sich birgt, wenn dise Kerne niemals besonderen Zellen angehört haben, für aus eben so vielen Zellen bestehend zu betrachten, als Kerne vorhanden sind? Hält man die Ansicht, dass jede Zelle blos einen Kern enthalten kann, und dass der vielfach gebräuchliche Ausdruck ‚vielkernige Zelle'

[1] AMA. VII. (1870).
[2] Zur Histologie der Radiolarien. 19.
[3] Der Organismus der Radiolarien. 118.

[1] Das Protistenreich, (1878). 17, 18.

wie HAECKEL wiederholt betont, eine contradictio in adjecto involvirt, mithin die vielkernigen Zellen eo ipso als viele Zellen aufzufassen sind — als Dogma aufrecht:[1] so müssen die polynucleären Protisten theoretisch jedenfalls für vielzellig angesehen werden, trotzdem der Protoplasmaleib ein Ganzes bildet und die Protoplasmatheilchen nicht an einzelne Kerne gebunden sind. In diesem Fall müssten folgerichtig auch die farblosen Blutzellen, die Riesenzellen und viele andere vielkernige Gewebselemente bei Thieren für vielzellig gehalten werden, ferner aber zahlreiche bislang für kernlos gehaltene Zellen von Pilzen — so z. B. von *Empusa, Achlya, Saprolegnia* — in welchen neuestens von MAUPAS[2] und SCHMITZ[3] mehrere Kerne nachgewiesen wurden, von der niederen Stufe der kernlosen Zelle oder Citode auf einmal zum Rang der Vielzelligkeit erhoben werden. Indem ich in Erwägung ziehe, dass es sowohl unter den zu Geweben vereinigten, als auch unter den vereinzelt lebenden Elementarorganismen welche giebt, deren einheitlicher Werth durch die Kernvermehrung nicht die geringste Einbusse erleidet, halte ich jene Auffassung von JHERING für richtig, wonach das Zellenschema leichter eine Modification verträgt, als dass mehrere Kerne enthaltende morphologische Einheiten für mehrere Zellen anzusprehen seien. Diesbezüglich macht JHERING die treffende Bemerkung, dass ja auch an dem morphologischen Werth des Zellkernes nichts dadurch geändert wird, ob er nun viele, wenige ein oder gar kein Kernkörperchen enthält, und ebenso bleibt auch der morphologische Werth der Zelle durch die Kernvermehrung unberührt.[4] Wird nun am Zellenschema diese wünschenswerthe und nöthwendig erscheinende Modification gemacht, und lässt man die Möglichkeit der Vielkernigkeit der Zelle zu: so kann die langwierige Controverse um den morphologischen Werth der Protisten für abgeschlossen erachtet werden, und mit voller Anerkennung müssen wir uns des tiefdenkenden Naturforschers erinnern, der vor 35 Jahren, als die EHRENBERG'sche Lehre von der hohen Organisation ihre grössten Triumphe feierte, nicht zögerte die fundamentale Wahrheit auszusprechen, dass die Stufenleiter der Organismen mit einzelligen Wesen beginne.

[1] Die Kalkschwämme. Berlin (1872) I. 105. Ferner: Zur Morphologie der Infusorien. Jen. Z. VII. (1873) 529.

[2] Sur quelques protorganismes animaux et vegetaux multinucleées. CR. (1879) 250.

[3] Untersuchung über die Zellkerne der Thallophyten. Bonn. (1879).

[4] Befruchtung und Furchung des thierischen Eies. (1878), 42.

Organe der Protisten.

Da die Protisten nicht aus Geweben zusammengesetzt sind, kann vor Allem die Frage auftauchen, ob denn hier von Organen überhaupt gesprochen werden darf? Eine bestimmte Antwort auf diese Frage ist erst nach Klärung des Begriffes «Organ» möglich. HAECKEL definirt die Organe aus rein morphologischem Gesichtspunkt mit folgenden Worten: Eine constante einheitliche Raumgrösse von bestimmter Form, welche aus einer Summe von mehreren bestimmten Plastiden (entweder von Cytoden oder von Zellen, oder von Beiden), in constanter Verbindung zusammengesetzt ist, und welche nicht die positiven Charaktere der Form-Individuen dritter bis sechster Ordnung erkennen lässt.»*[1] Diese Definition ist, wie HAECKEL selbst eingesteht, wegen ihres theilweise negativen Inhalts, lückenhaft; kürzer und doch ausdrucksvoller ist die, auch die physiologische Seite der Organe würdigende Definition von MARGÓ: Unter Organen versteht man eine gewisse Summe von Elementartheilen und Geweben, welcher eine bestimmte Form und Function zukommt.»[2] Nach diesen Definitionen, welche den Organ-Begriff mit gewissen Gewebsstructuren in Verbindung setzen, können die Protisten eigentliche Organe nicht besitzen, und kann HAECKEL in seinen oben citirten Worten über die Bestimmung des morphologischen Werthes der Protisten consequent behaupten, dass wirkliche Organe bei den Protisten nicht vorkommen.** Sind aber diese Definitionen der

* HAECKEL unterscheidet folgende sechs Form-Individuen: 1. Plastiden (Cycloden u. Zellen); 2. Organe, 3. Antimeren, 4. Metameren, 5. Personen oder Prosopen, 6. Cormen, Stöcke od. Colonieen. Generelle Morphologie. Bd. I. S. 266.

[1] Generelle Morphologie der Organismen. Berlin. 1866. Bd. I. S. 291.

[2] Handbuch der wissenschaftl. Zoologie. Pest 1868. S. 55 (ungarisch).

** An einer anderen Stelle schreibt aber auch HAECKEL, den *Moneren* gegenüber, den übrigen Protisten sowie den Zellen Organe zu: «Jede echte Amoebe, jede echte (d. h. kernhaltige) thierische und pflanzliche Zelle, jedes thierische

Organe hinreichend? Ohne Zweifel sind sie es für die meisten Organe, namentlich für die sogenannten zusammengesetzten oder heteroplastischen, und die einfachen oder homoplastischen Organe. Doch können dieselben eben so wenig auf sämmtliche Organe hinreichend sein und angewendet werden, wie viele andere, in Ermangelung besserer, allgemein gebrauchte Definitionen; giebt es ja doch noch einfachere Organe als die homoplastischen, z. B. die einzelligen Drüsen, die einzelligen Muskel bei niederen Thieren, gewisse Sinneszellen u. A. Doch auch diese Organe sind noch immer nicht die einfachsten; bei den aus Geweben zusammengesetzten Organismen giebt es noch um Vieles einfachere, welche nicht einmal den Werth einer einzigen Zelle repräsentiren, wie z. B. die Chlorophyll-Körperchen der Pflanzen, die Nesselorgane der Coelenteraten, die lichtbrechenden Cornea des Arthropoden-Auges, Haare und Schuppen der Arthropoden, die sehr complicirt organisirten Kiefer der Rotatorien, Haken, Borsten und Stachel der Würmer etc.; auf alldas wird der Ausdruck «Organ» allgemein und meines Erachtens vollkommen richtig angewendet, obschon die obige Definition hier nicht passend wäre. Aus dem Gesagten geht nun deutlich hervor, dass beim Festhalten an der allgemein gebräuchlichen Definition, nicht einmal gewisse Organe der aus Geweben zusammengesetzten Organismen als solche könnten angesprochen werden, woraus aber bei weitem nicht gefolgert werden dürfte, dass es keine echten Organe sind, sondern blos die Unzulänglichkeit der Definition des «Organs» hervorgeht. Um den Begriff «Organ» befriedigend zu definiren, dazu ist es, meiner Auffassung nach, nothwendig, dass man von dem rein physiologischen ursprünglichen Begriff ausgehe, welcher in den Organen Werkzeuge der Bionten erblickt; der morphologische Werth soll und muss erst in zweiter Reihe, bei der Classification der Organe, in Betracht kommen. Von dieser Grundlage aus bietet sich uns, wie mir scheint, eine in jeder Hinsicht befriedigende Definition von selbst dar; dieselbe liesse sich in folgende Worte fassen: Organe sind differenzirte Körpertheile, welche zur Erfüllung gewisser Arbeiten des Körpers der Bionten berufen sind,* mögen sie nun aus heterogenen oder homologen Gewebselementen construirt, oder einzellig, oder Theile von Zellen, ja vielleicht sogar blos consolidirte Zellsecrete sein (wie z. B. die aus Chitin bestehenden Haare, Schuppen, Kiefer, Haken etc.). Bei dieser Definition des Begriffs «Organ» wird man auch den Zellen echte Organe nicht absprechen, was denn auch der Fall ist, so oft man die Zellen mit dem zutreffenden Brücke'schen Ausdruck Elementarorganismen nennt, denn schliesslich kann ja doch nur etwas mit Organen Versehenes ein Organismus genannt werden. In diesem Sinne konnte ich schon weiter oben bei den Gewebselementen und in diesem Sinne kann man auch bei den Protisten von echten Organen sprechen. Da aber der Begriff «Organ» in erster Reihe ein physiologischer ist, halte ich den Haeckel'schen Vorschlag, Mund und After der Protisten als mit den betreffenden Organen der Thiere nicht homolog, fortan Cystostoma und Cystopyge zu nennen,[1] für ganz überflüssig; es versteht sich das ohnedies von selbst und wäre eine überflüssige Belastung der Wissenschaft mit neuen Terminis, gerade wie wenn man die einzelligen und vielzelligen Drüsen, dann die Chitinhaare, sowie die ein- und vielzelligen Haare mit besonderen Terminis bezeichnen wollte.

Viel wichtiger als der Streit, ob die Protisten-Organe echte oder unechte Organe, ferner wie Mund und After der Infusorien sollen genannt werden, ist die der Lösung harrende Frage: ob die Protisten und die Organe der Zellen, sowie die Zellen selbst, nicht wie die aus Zellen aufgebauten Organe und die vielzelligen Organismen aus selbständig lebenden Einheiten zusammengesetzt sind? In seiner mit Recht berühmt gewordenen Abhandlung über die Elementarorganismen sagt Brücke [2] Folgendes: «Ich nenne

Ei ist in diesem Sinne bereits ein elementarer Organismus aus zwei verschiedenen Organen, dem inneren Kern (Nucleus) und dem äusseren Zellstoff (Plasma oder Protoplasma) zusammengesetzt (Studien über Moneren und andere Protisten, Leipzig 1870, S. 4.)

* Die sogenannten «rudimentären Organe» verrichten zwar während des individuellen Lebens keine Functionen, man kann jedoch mit Recht voraussetzen, dass sie in der phylogenetischen Reihe gewissen Functionen nachkamen; es dient sogar der Ausdruck «rudimentär» bei vielen blos zur Bemäntelung unserer Unwissenheit, da manche der «rudimentären Organe» offenbar blos in den vollkommen entwickelten Organismen keine Functionen verrichten, in gewissen Stadien der individuellen Entwickelung aber functionirte.

[1] Zur Morphologie der Infusorien. S. 547.

[2] Die Elementarorganismen. Sitzungsber. d. math. naturw. Classe d. k. Akad. Bd. 44. Abth. II. Wien 1862.

die Zellen Elementarorganismen, wie wir die Körper, welche bis jetzt chemisch nicht zerlegt worden sind, Elemente nennen. So wenig die Unzerlegbarkeit dieser bewiesen ist, so wenig können wir die Möglichkeit in Abrede stellen, dass nicht vielleicht die Zellen selbst noch wiederum aus anderen, noch kleineren Organismen zusammengesetzt sind, welche zu ihnen in einem ähnlichen Verhältnisse stehen, wie die Zellen zum Gesammtorganismus; aber wir haben bis jetzt keinen Grund dies anzunehmen.»

Seit Brücke diese Worte geschrieben, hat die Zusammengesetztheit und Zerlegbarkeit der Elemente viel an Wahrscheinlichkeit gewonnen; ferner führen die neueren Forschungen über die feinere Structur der Elementarorganismen, meiner Ansicht nach, der Auffassung immer näher, dass diese selbst wieder aus noch kleineren Elementarorganismen zusammengesetzt sind, welche sich zu denselben, wie die Zellen zum Gesammtorganismus verhalten. Die Voraussetzung der Existenz dieser winzigen lebenden Einheiten, von welchen die Zellen aufgebaut sind, wäre jedenfalls geeignet der Entwickelung gewisser hoher Differenzirungen der Organisation der Protisten das Mysteriöse zu nehmen. — Ferneren Untersuchungen dürfte es vorbehalten sein zu entscheiden, ob diese hypothetischen Einheiten thatsächlich existiren.

Die Grundsubstanz des Protistenleibes.

Durch die neueren Untersuchungen wird, wie ich Gelegenheit hatte ausführlich zu erörtern, unwiderleglich bewiesen, dass die Grundsubstanz der Protisten aus Sarcode oder Protoplasma besteht, welches bei den meisten Protisten in eine zumeist ganz körnerlose, hyalin durchsichtige Rindenschicht, das *Rindenplasma (Ecto-* o. *Exoplasma, Ecto-* o. *Exosarc, Rindenparenchym)* und in eine granulirte Innensubstanz, das *Innenplasma (Entoplasma, Entosarc, Innenparenchym)* differenzirt ist, doch geschieht der Uebergang ohne jede scharfe Grenze, und ist letzteres keineswegs, wie Claparède und Lachmann annahmen, die Füllung eines präformirten Hohlraumes. Der Unterschied zwischen der dichteren Rindenschicht und dem flüssigeren Innenparenchym wurde, meines Wissens, zuerst von Cohn im Jahre 1851 hervorgehoben.[2]

Wo die zweierlei Bestandtheile des Protoplasmaleibes deutlich geschieden sind, wird der Verdauungs- und Assimilationsprocess ausschliesslich durch das Innenplasma besorgt, während das Rindenplasma nicht nur zu den animalischen Lebensfunctionen, sondern auch noch zur Aufnahme anderer wichtiger Organe berufen ist. Das Innenplasma bildet eine halbflüssige, breiige Substanz, welche neben dicht gesäeten überaus winzigen blassen Körnchen auch grössere, stärker lichtbrechende, oder unregelmässig geformte Brocken enthält; dieselben erinnern lebhaft an die Dotterkörperchen mancher Eier, und bestehen nach Bütschli aus einer, auf Zusatz von Jod und Schwefelsäure sich bläuenden eiweissartigen amyloiden Substanz;[1] dass diese Körperchen keine von Aussen aufgenommene fremde Einschlüsse sind, wird durch deren Vorkommen bei den mundlosen *Opalinen, Acinetinen* und *Gregarinen* klar bewiesen; bei zahlreichen *Heliozoën* und *Radiolarien* enthält das Protoplasma neben den Brocken auch farbige Oeltröpfchen, bei den chlorophyllhaltigen *Flagellaten* Amylum- und Paramylum-Körperchen. Von den eben erwähnten Brocken, welche offenbar Reservesubstanzen entsprechen, sind gewisse nicht immer vorhandenen, sehr stark lichtbrechenden Körperchen von ganz verschiedener Natur zu unterscheiden, welche bald schütter, bald dicht zerstreut, oder an gewissen Stellen angehäuft vorkommen. Die infolge der starken Lichtbrechung bei durchfallendem Licht in der ganzen Masse schwarz, einzeln aber schwarz contourirt erscheinenden Körperchen bilden sehr kleine, scheinbar kugelige Körnchen, oder kleine Stäbchen; bei *Paramecium Aurelia* fand ich diese Stäbchen häufig zu zweien oder dreien verwachsen und die Formen A, K, X darstellend. Diese dunkeln Körnchen wurden von mehreren Forschern, die sich mit der Conjugation der Infusorien beschäftigten, erwähnt; ich habe dieselben bei der Beschreibung des im Salzwasser lebenden *Lionotus Farcicola* gleichfalls erwähnt,[2] und die Bütschli'sche Ansicht, dass es Producte des während der Conjugation sehr lebhaften Stoffwechsels seien,[3] dahin ergänzt, dass es höchst

[2] Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. 263.

[1] Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. AAP. (1870) 365. — Ferner: Einiges über Infusorien. AMA. IX. (1873) S. 671.

[2] Ueber einige Infusorien im Salzsee zu Szamosfalva. Természetrajzi Füzetek. II. (1878) 229 (ungarisch).

[3] Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle etc. 421.

wahrscheinlich dem Werth nach Harnconcretionen entsprechende Spaltungsproducte sind, wofür besonders deren scheinbar vollkommene Uebereinstimmung mit den bei den niederen Thieren sehr verbreiteten Körnchen von harnsaurem Natron spricht. Diese Spaltungsproducte gelangen bei manchen Infusorien in die Protoplasmaströmungen, und werden an den Körperenden, wo die Strömung abbiegt, deponirt; an diesen Stellen bilden sie dann die dunklen Flecken, welche z. B. bei *Paramecium Aurelia* und bei zahlreichen *Oxytrichinen* an den vorderen und hinteren Körperenden, bei *Metopus sigmoides* blos am vorderen, bei den *Vorticellinen* aber am Stielende vorkommen; hierher sind offenbar auch die bei zahlreichen beschalten *Monothalamien*, z. B. den *Englyphen*, bei *Trinema* und *Cyphoderia* vor dem Kern häufig einen dunkeln Gürtel bildenden Körnchen, ferner vielleicht auch die im intracapsulären Protoplasma der *Radiolarien* häufig vorkommenden Krystalle zu rechnen. Bei den Protisten, welche feste Nahrung aufnehmen, ist es wegen der mit den Protoplasmaschöllchen vermengten fremden Einschlüsse häufig sehr schwer, das zum Protoplasma Gehörige und das von Aussen in das Parenchym Gelangte aus einander zu halten. Die in Verdauung befindlichen verschlungenen Fremdkörper sind entweder einfach in das Protoplasma eingebettet, oder von einem wasserklaren Hof umgeben; es sind das die *Verdauungs-Vacuolen*, durch welche Ehrenberg zur Annahme eines polygastrischen Apparates geführt wurde. Neben diesen Verdauungs-Vacuolen kommen bei zahlreichen Protisten im Entoplasma häufig auch grosse Safthöhlen vor, zwischen welchen das Protoplasma, wie bei rasch wachsenden Pflanzenzellen, oder in den Entoderm-Zellen der Hydroiden, ein netzartiges Balkenwerk bildet; dies ist z. B. unter den Ciliaten bei *Trachelius Ovum*, ferner bei den *Noctilucen* der Fall. Aehnliche Safträume lassen das Protoplasma von *Actinosphaerium Eichhornii* und anderer Rhizopoden ganz schaumig erscheinen; nach Hertwig würden die im extra- und intracapsulären Protoplasma der *Radiolarien* vorkommenden sogenannten Alveolen gleichfalls ähnlichen Safträumen entsprechen.

Wie bereits oben erwähnt, wurde die Rotation des Entoplasma bei Paramecium Bursaria von Focke schon im Jahre 1836 beobachtet und als gewichtiges Argument gegen den Ehrenberg'schen polygastrischen Apparat verwerthet. Diese mehr für die äusseren, als für die inneren Partieen des Entoplasma charakteristische Strömung wurde mit der gewisser Pflanzenzellen, z. B. der prachtvollen Plasmaströmung der Charazellen, vielfach verglichen, welcher Auffassung gegenüber der fraglichen Strömung von Stein eine ganz andere und, wie ich, gestützt auf zahlreiche Beobachtungen, behaupten kann, dem wahren Sachverhalt vollinhaltlich entsprechende Deutung zu Theil ward.[1] Bei *Paramecium Bursaria* bewegt sich die strömende Masse dem linken, längeren und gekrümmteren Körperrand entlang nach vorne, wendet sich am vorderen Körperende nach rechts und ist nun dem kürzeren und geraderen rechtsseitigen Körperrand entlang nach hinten gerichtet, um am hinteren Körperende wieder nach links und vorne umzubiegen. In Erwägung nun, dass der kurze, trichterförmige Schlund an der hinteren Körperhälfte links gelegen, dessen zum Entoplasma führendes Hinterende aber nach links gebogen ist, ferner dass durch diesen Schlund ein energischer Nahrungsstrom ununterbrochen unterhalten wird, welcher nach Passirung des Schlundes eine gewisse constante Richtung gewinnt: wird es kaum zu bezweifeln sein, dass das Protoplasma durch diesen Strom in Circulation versetzt und gehalten wird. Ganz auf die nämliche Weise kommt eine zumeist viel langsamere Strömung bei allen mit persistirendem Mund und Schlund versehenen Ciliaten und Flagellaten, während bei Protisten ohne Mund und Schlund diese regelmässige Circulation nicht beobachtet wird, worin jedenfalls ein sehr gewichtiger Beweisgrund für die Richtigkeit der Stein'schen Erklärung gegeben ist.

Ganz anderer Natur sind die Strömungen, welche in dem netzförmigen Balkenwerk des Entoplasma der *Noctilucen* von Quatrefages bereits im Jahre 1850 beobachtet und deren Vorhandensein von allen neueren Forschern bestätigt wurde;[2] letztere Strömungen gehören zu den activen Bewegungserscheinungen des Protoplasma und sind mit der in Pflanzenzellen, z. B. in den berühmt gewordenen Zelen der Staubfädenhaare von Tradescantia, oder an den Pseudopodien gewisser Rhizopoden zu beobachtenden Strömungen vollkommen identisch; hierüber soll weiter unten Ausführlicheres mitgetheilt werden.

Das Entoplasma geht bei den meisten Protisten

[1] I. S. 57.

[2] M. Schultze, Die Polythalamien. 38. — Cirnkowsky, Ueber Noctiluca miliaris Sur. AMA. IX. (1873) 47.

an der Oberfläche in eine resistentere und consistentere, zumeist, aber nicht immer ganz homogene, hyalin durchsichtige Grenzschicht über. Bei scharf differenzirtem Ectoplasma, wie z. B. bei den grösseren *Amoeben* und zahlreichen *Ciliaten,* sind an demselben eigentlich zwei verschwommen in einander übergehende Schichten zu unterscheiden: eine flüssigere, gummilösungartige innere, welche allmälig in das Innenparenchym übergeht, und beim Zerfliessen des Protisten zu wasserklaren Tropfen aufquillt, ferner eine viel consistentere äussere Schicht. Letztere ist zuweilen bis zur Rigidität consistent, so dass der Protist gepanzert erscheint, ohne einen ausgebildeten Panzer zu besitzen: beim Zerfliessen quillt nämlich auch diese rigide Grenzschicht, als ob sich die starre Masse lösen möchte. Dies kann z. B. an den *Stylonychien, Euplotinen* und *Arpidiscinen,* oder unter den *Flagellaten* an den *Cryptomonaden* beobachtet werden, worauf schon Dujardin hinwies, und was von Stein,[1] sowie auch von Claparède und Lachmann hervorgehoben wird.[2]

Cuticula, Skelete, Schalen.

Ehrenberg gegenüber, der in den Protisten stets Miniature-Bilder der höheren Thiere erblickte und denselben auch ein mit hochdifferenzirter Musculatur versehenes Integument zuschrieb, hat Dujardin nachgewiesen, dass die Rhizopoden aus gänzlich membranloser Sarcode bestehen; desgleichen behauptete er, dass alle Infusorien mit leicht zerfliessendem Leib membranlos seien, während er den Repräsentanten mehrerer Familien *(Leucophryens, Parameciens, Vorticelliens, Urceolariens)* eine netzförmige Membran zuschrieb. Cohn hat durch genaue Untersuchungen zuerst nachgewiesen, dass die Infusorien in der That mit einer, durch geeignete Reagentien vollständig abhebbaren zarten Membran versehen sind, und bezeichnete sie als *Cuticula.*[3] Weitere Untersuchungen führten zur Bestätigung der Cohn'schen Beobachtung, aber auch zu dem Beweis, dass nicht alle Ciliaten mit einer Membran bedeckt, dass es sogar gerade die sogenannten gepanzerten Ciliaten sind, bei welchen, wie eben erwähnt, die Grenzschicht zu einer besonderen Cuticula nicht verdichtet ist. Constant von einer Cuticula bedeckt sind ferner die *Gregarinen* und *Noctilucen,* sowie auch zahlreiche *Flagellaten.* Von einer echten Cuticula kann natürlich nur in dem Fall die Rede sein, wenn es gelingt entweder unmittelbar oder nach Behandlung mit Reagentien eine doppelt contourirte Membran zu unterscheiden, wie z. B. bei den *Gregarinen;* wo diese stärker und resistenter ist, kann sie einen wahren Panzer vorstellen. Da jedoch die Dicke der Cuticula innerhalb verhältnissmässig weiter Grenzen schwanken kann, so wird im gegebenen Fall deren Vorhandensein oder Fehlen strittig sein können; dies gilt z. B. von den, mit den übrigen Rhizopoden allgemein für membranlos gehaltenen *Amoeben,* bei welchen Auerbach die in seiner Abhandlung über die Einzelligkeit dieser Protisten ausgeführte Ansicht vom Vorhandensein einer Cuticula für gewisse *Amoeben* auch nach seinen neueren Untersuchungen aufrecht hält.[1] Jedenfalls nimmt die Cuticula mit einer unendlich feinen, consistenteren *Grenzschicht* ihren Anfang, und hängt es ganz von der subjectiven Auffassung ab, schon diese Grenzschicht als Cuticula in Anspruch zu nehmen oder nicht. Jeder Streit hierüber artet in Haarspalterei aus, denn, wie Frey von der Zellmembran sehr zutreffend bemerkt: «Kein Mensch vermag anzugeben, wo denn eigentlich eine solche Membran beginnt.»[2]

Die Cuticula der Protisten ist nicht immer structurlos, sondern zuweilen aus einem Mozaik kleiner Felder zusammengesetzt, wie wenn sie aus überaus kleinen Zellen gebildet wäre: dies fand Hertwig bei *Leptodiscus Medusoides.* In anderen Fällen ist die Cuticula in grössere polygonale Plättchen getheilt, wie an dem Panzer der *Peridineen,* und es können diese Täfelchen wieder aus einem feinen, netzartigen Mozaik bestehen. Bei zahlreichen Ciliaten und Flagellaten ist die Cuticula in einer Richtung oder in zwei sich gegenseitig kreuzenden Richtungen fein gestreift; die Streifen haben zumeist einen mehr-weniger gekrümmten Verlauf und sind, was schon im Jahre 1839 von Meyen hervorgehoben wurde,[3] und worauf Cohn aufs Neue hinwies,[4] — mit der ähnlichen feinen Streifung der Cuticula von Pflanzenzellen vollkommen übereinstimmend. Zuweilen

[1] I. S. 56.
[2] I. S. 16.
[3] Ueber die Cuticula der Infusorien. ZWZ. V. (1854).

[1] Organologische Studien. II. S. 235.
[2] Grundzüge der Histologie. (1875) S. 8.
[3] Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1859).
[4] Op. cit. S. 426.

sind die Cuticularstreifen aus winzigen Kügelchen von gleicher Grösse zusammengesetzt, gewissermassen perlschnurartig, wie z. B. bei *Euglena Spirogyra,* oder dem von mir aus Salzwasser beschriebenen *Phacus striatus;*[1] in noch anderen Fällen kann die ganze Cuticula aus solchen Kügelchen bestehen, wie die abstehende Cuticula, die sogen. Skeletmembran der von HERTWIG beschriebenen *Podophrya gemmipara.*[2] Diesen kurz berührten Zeichnungen können sich auch noch gewisse Skulpturen, hervorragende Kämme, Warzen, Stachel etc. anreihen.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Cuticula der Protisten ist aus den COHN'schen Untersuchungen so viel bekannt, dass dieselbe der Cellulose und dem Chitin näher steht, als der animalischen Zellmembran;[3] doch ist die genaue chemische Constitution derzeit noch nicht bekannt.

Die für viele Protisten so charakteristischen, verschieden geformten Kapseln, abstehenden Panzer, Schalen, Gehäuse und Skelete müssen ohne Zweifel auch den Cuticulargebilden zugezählt werden; es sind das Membranen, welche sich von der Oberfläche des Protistenleibes abgehoben haben, was durch die *Acinetinen* am überzeugendsten bewiesen wird, wo, wie CLAPARÈDE und LACHMANN sehr zutreffend erwähnen, von der abstehenden Kapsel, bis zu dem an den Leib sich anschmiegenden Panzer oder der feineren Cuticularmembran alle Uebergänge angetroffen werden.[4]

Wie die Form, so ist auch die feinere Structur dieser Kapseln, Gehäuse und Schalen unendlich verschieden; die gefälligen Formen die häufig überraschend zierliche Zeichnung und die reiche Skulptur liefern insbesondere bei gewissen Rhizopoden ein das Auge wahrhaftig ergötzendes Bild, und gehören unter die Prachtobjecte mikroskopischer Präparate. Das Innere dieser Schalen und Gehäuse bildet zumeist einen einzigen Hohlraum und ist nur bei den *Polythalamien* von durchlöcherten Scheidewänden in mehrere Kammern, bei den fossilen *Nummuliten* in übereinander angeordnete Gallerieen von complicirter Structur eingetheilt. Die meist einzige Oeffnung, durch welche der Protist mit der Aussenwelt verkehrt, wird bei den *Polythalamien* durch unzählige feine Porenkanälchen ersetzt, von welchen die Schale siebartig durchbrochen erscheint; dies ist der Grund, weshalb diese Rhizopoden von D'ORBIGNY *Foraminiferen* benannt wurden; von ähnlichen Poren durchbrochene Schalen besitzt der von mir unter dem Namen *Orbulinella smaragdea* beschrieben *Salzwasser-Rhizopode.*[1] Bei den *Radiolarien* und einigen *Heliozoën* sind die Schalen von grösseren Oeffnungen durchbrochen, zwischen welchen die Schalensubstanz ein feines Netzwerk bildet, wie wenn die Kapseln aus feinen Spitzen zusammengesetzt wären; eine ähnliche Structur ist unter den Ciliaten für die Schalen der *Dictyocystiden* charakteristisch.

Die Kapseln und Schalen bestehen entweder, wie die den Leib bedeckende Cuticula, aus einer chitinartigen Substanz, oder — wie zuweilen auch die Panzer (z. B. *Peridineen, Coleps)* — verkieselt, wie z. B. bei den *Euglyphen, Heliozoën,* und *Radiolarien,* oder endlich durch Ablagerungen von kohlensaurem Kalk erhärtet, wie bei den meisten *Polythalamien* und den *Nummuliten.* Diesen harten Schalen gegenüber wird das andere Extrem durch Hülsen vertreten, welche, wie bei manchen Ciliaten und Flagellaten, aus einer granulirten gallertartigen Substanz gebildet sind.

Die «bildende Kunst» des Protoplasma, wie sich HAECKEL treffend ausdrückt,[2] vermag Skelete nicht nur an der äusseren Oberfläche, sondern auch im Inneren zu formen; es können daher auch im Inneren des Protoplasmas Skelettheile abgesondert werden. Hierher gehören die bei den *Radiolarien* und *Heliozoën* aus Kieselsäure gebildeten Nadeln, Spiculae von verschiedener Form, Grösse und Anordnung, ferner spitzenartige Gitter von der verschiedensten Feinheit und Structur (daher der Name «*Gitterthierchen*» bei EHRENBERG), welche, wie bei den Spongien, dem weichen Leib als Stütze dienen.

Von der Cuticula und den soeben behandelten Kapseln und Schalen sind die gänzlich geschlossenen Kapseln, in welche sich die Protisten unter gewissen Verhältnissen, anlässlich der sogen. *Encystirungen* einschliessen, was ihre Entstehung betrifft, kaum verschieden. Wesen und Bedeutung dieses Encystirungsprocesses soll weiter unten besprochen werden.

[1] Természetrajzi Füzetek. II. S. 253.
[2] Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) S. 28.
[3] Op. cit. S. 425.
[4] I. S. 17.

[1] Természetrajzi Füzetek, I. 1877. S. 164. (ungarisch).
[2] Protistenreich. S. 38.

Differenzirungen des Ectoplasma. Stäbchenförmige Körperchen.

Das Rindenplasma ist, wie bereits erwähnt, zumeist, aber nicht immer hyalin, nicht granulirt. Dasselbe enthält, insbesondere in der tieferen Schicht, häufig Amyloid-Körperchen, bei den *Flagellaten* aber und, wie AUERBACH nachwies, bei manchen *Amoeben* Stärke- und Paramylon-Körperchen, oder winzige, stark lichtbrechende Kügelchen von unbekannter Natur; daselbst finden sich auch die nicht selten vorkommenden Chlorophyll-Kügelchen, welche weiter unten des Näheren besprochen werden sollen. Von den allenfalls vorhandenen verschiedenfarbigen Pigmenten wird gleichfalls das Ectoplasma tingirt.

Bei manchen *Ciliaten* ist die oberflächliche Ectoplasmaschicht aus dicht gedrängten, kleinen Prismen, welche winzigen Cylinderepithel-Zellen ähnlich sehen, zusammengesetzt und verleihen derselben eine wabenähnliche Structur. Diese eigenthümliche Structur wurde von BÜTSCHLI bei *Bursaria truncatella* entdeckt; ich kenne die nämliche Structur bei einer in der Umgebung von Klausenburg sehr häufig vorkommenden neuen Art von *Prorodon*, welche dem EHRENBERG'schen *Prorodon niveus* am nächsten verwandt ist. Die Verschiedenheit dieser Prismen von Epithelzellen wird schon durch das Vorkommen ähnlicher Differenzirungen in der Rindenschicht mancher Zellen hinlänglich bewiesen: so erwähnt BÜTSCHLI ganz ähnliche Prismen aus der Rindenschichte der Epidermis-Zellen von Pilidium.[1]

Bei vielen Infusorien enthält das Rindenplasma als ganz eigenthümliche Differenzirungen, die gegen die Einzelligkeit der Infusorien so häufig angeführten sogenannten *stäbchenförmigen Körper* oder *Trichocysten*, STEIN'S *Tastkörperchen*. Schon im Jahre 1832 beschrieb EHRENBERG bei *Bursaria vernalis* (=chlorophyllführende Varietät von *Cyrtostomum leucas* St.) zwischen den Cilien kleine prismatische Stäbchen, welche in das Rindenparenchym des Leibes gleichsam eingestochen sind. Aehnliche Stäbchen entdeckte OSCAR SCHMIDT im Jahre 1849 bei *Paramecium Aurelia* und *P. caudatum*.[2] Heute ist das Vorkommen dieser Stäbchen bereits bei sehr vielen Ciliaten, insbesondere den holotrichen Infusorien bekannt, wo dieselben entweder gleichmässig im ganzen Ectoplasma, oder blos an einzelnen Stellen sitzen. ALLMANN machte im Jahre 1855 die Entdeckung, dass diese Stäbchen bei Behandlung mit Essigsäure feine starre Fäden hervorschleudern und hielt sie daher für übereinstimmend mit den Nesselorganen der Coelenteraten, d. h. für Trichocysten,[1] welcher Ansicht die meisten späteren Forscher sich anschlossen; dem gegenüber hält STEIN die hervorgeschleuderten Fäden für Cilien, welche sich auf die Einwirkung der Reagentien verlängerten, die fraglichen Stäbchen aber, wie M. SCHULTZE die ganz ähnlichen Stäbchen der Turbellarien für *Tastkörperchen*, obschon er nicht in Abrede stellt, dass bei gewissen Infusorien den Tastkörperchen vollkommen ähnliche Stäbchen in der That Fäden ausschleudern und echten Nesselorganen entsprechen. Nichts ist leichter, als insbesondere nach KÖLLIKER'S Vorschlag durch Zusatz von Chromsäure,[2] sich von dem Ausschleudern der Fäden zu überzeugen; ja es genügt sogar die steigende Concentration der Salze und der zunehmende Druck des Deckgläschens, bei Verdunsten des Wassers, dass die Infusorien ihre Fäden, oder richtiger die feinen starren Nadeln auch ohne Zusatz von Reagentien ausschleudern. CLAPARÈDE und LACHMANN erwähnen sogar auch bei einer näher nicht beschriebenen *Euglenenart* mit den Trichocysten der Ciliaten gänzlich übereinstimmende Stäbchen gefunden zu haben;[3] offenbar ist der von STEIN in sein neuestes Werk als *Rhaphidomonas Semen* aufgenommene grüne Flagellat[4] hiermit identisch: bei dieser liegt in der Rindenschicht eine Menge stäbchenförmiger Tastkörperchen oder Trichocysten eingebettet, deren Zahl und Gruppirung je nach den Individuen ausserordentlich wechselt. Es sei hier erwähnt, dass ich sehr feine Stäbchen unter den grünen Flagellaten auch bei *Phacus longicauda* beobachtete; ferner erwähnt BÜTSCHLI, dass er bei der farblosen *Chilomonas Paramecium*, welche er in einer Moos-Infusion züchtete, auf Essigsäurezusatz ähnliche Nadeln, wie bei den *Paramecien* hat hervorschleudern sehen, obschon in den lebendigen Flagellaten keine Stäbchen konnten unterschieden werden.[5]

[1] Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge etc. Erklärung zu Taf. XI.
[2] Vgl. STEIN, I. S. 61.

[1] Vgl. STEIN, ibidem.
[2] Icones histiologicae. 11.
[3] I. S. 23.
[4] III. Taf. XIII. Fig. 6—12.
[5] Beitr. zur Kenntniss der Flagellaten. ZWZ. XXX. (1878) S. 245.

Neben diesen Organen von noch immer zweifelhafter Natur sind aber bei manchen Infusorien denen der Coelenteraten vollkommen gleichgebaute echte Nesselorgane beobachtet worden. CLAPARÈDE und LACHMANN fanden *Ophryodendron Abietinum,* eine auf Campanularien der norwegischen Küste schmarotzende *Acinetine,* meist mit Trichocysten gefüllt, welche denen der Campanularien vollkommen entsprachen.[1] Ferner fand RICHARD GREEF im Rindenplasma einzelner Individuen von *Epistylis flavicans* in grosser Anzahl den Trichocysten der Hydren vollkommen gleichgebaute Kapseln, dieselben bargen spiralig aufgewundene, hervorschleuderbare Fäden;[2] endlich fand auch BÜTSCHLI in einem von ihm *Polykrikos Schwartzii* benannten See-Infusorium echte Trichocysten, welche in ihrem complicirten Bau den Trichocysten der Coelenteraten in nichts nachstehen.[3] Sind diese echten Trichocysten den Infusorien eigene Organe, oder aber blos von aussen aufgenommen, etwa wie die Polypen-Laus *(Kerona Polyporum)* häufig Trichocysten der Süsswasserhydren verschlingt? Diese berechtigte Frage dürfte ihre Lösung von weiteren gründlichen Untersuchungen erwarten.

Contractilität des Protistenleibes oder Mangel derselben. Myophanstreifen.

Die Protisten behalten entweder ihre Gestalt constant bei, oder sind befähigt dieselbe durch Contraction und Schwellung des Protoplasma mehr weniger zu verändern. Die ametabolischen Protisten sind entweder ganz starr, wie z. B. die *Peridineen* und *Cryptomonaden* unter den *Flagellaten,* sowie unter den Ciliaten die *Stylonychien, Euplotinen, Arpidiscinen,* oder dieselben sind von einer biegsamen Cuticula bedeckt und können dann ihre Form blos für die Dauer eines äusseren Druckes passiv verändern.

Von diesen wird der Uebergang zu den *metabolischen Protisten* durch die blos träger, wurmartiger Verlängerungen und Verkürzungen fähigen Protisten gebildet, wohin die meisten *Gregarinen* und einige *Ciliaten* gehören. Die eigentlichen *metabolischen Protisten* vermögen entweder ihre Gestalt nach allen Richtungen zu verändern, wie die nackten Rhizopoden, namentlich die *Amoeben,* ferner einige *Euglenen* und *Astasien* unter den Flagellaten; oder die Gestaltsveränderung besteht in der Fähigkeit, den gestreckten Leib plötzlich, gleichsam krampfhaft zusammenschnellend zu contrahiren, wie z. B. die *Stentoren* und *Vorticellinen.* PERTY verwerthete, wie aus dessen obiger Classification hervorgeht, die Grade der Gestaltsveränderungen, resp. deren Mangel bei der Gruppirung der Ciliaten und unterschied *Spastica, Metabolica* und *Monima.* Zum Beweis, wie unhaltbar diese Gruppirung ist, möge hier blos auf die gewiss sehr natürliche Gruppe der *Oxytrichinen* verwiesen werden, in welcher sowohl Spastica (z. B. *Uroleptus, Stichotricha),* Metabolica (z. B. *Oxytricha)* und Monima (z. B. *Stylonichia)* angetroffen werden.

Die Forschungen nach dem Sitz der Contractilität ergaben, dass bei allen Protisten mit differenzirtem Ectoplasma, blos dieses und zwar dessen oberflächlichste Schicht die Contractionen ausführt. Im einfachsten Falle ist diese contractile Schicht ganz structurlos, hyalin, durchsichtig, wie z. B. bei den *Amoeben,* zahlreichen *Gregarinen, Flagellaten* und *Ciliaten,* — es ist das die von ECKER «ungeformte contractile Substanz» genannte wasserklare Sarcode;[1] in anderen Fällen findet man in derselben in gewissen Richtungen verlaufende Bänder differenzirt, welche in physiologischer Hinsicht mit den Muskelfasern übereinzustimmen scheinen und von HAECKEL *Scheinmuskel-* oder *Myophan-Fasern* benannt wurden.[2]

Am längsten sind diese contractilen Bänder bei gewissen Ciliaten bekannt, bei welchen meist etwas spiralig gewundene blassere, feingranulirte breitere Streifen mit stärker lichtbrechenden nicht granulirten schmäleren Streifen abwechselnd das Ectoplasma entlang verlaufen; erstere treten etwas hervor, während die letzteren in Furchen vertieft sind. Ferner ist auch der im röhrenförmigen Stiel der mit contractilen Stielen versehenen *Vorticellinen* die Axe entlang verlaufende sogen. *Stielmuskel,* welcher auch in extremster Streckung einen schwach wellenförmigen Verlauf zeigt, längst bekannt. Dieser Stielmuskel besteht aus einem in eine blasse, granulirte Corticalschicht gehüllten Band, welches, wie ENGELMANN[3]

[1] III. S. 144.

[2] Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. 36. Jahrg. I. (1870) 383.

[3] Einiges über Infusorien. AMA. II. (1873) 674.

[1] Zur Lehre vom Bau der contractilen Substanz der niederen Thiere. ZWZ. I. 236.

[2] Zur Morphologie der Infusorien. 537.

[3] Contractilität und Doppelbrechung, AAP. IX. 444.

und WRZESNIOWSKI [1] nachgewiesen haben, wie die sarcous elements mit doppelter Lichtbrechung versehen und ganz homogen, oder aus feinen Fibrillen zusammengesetzt ist, welche am conischen Pedunculareude des Vorticellenleibes trichterförmig getheilt in denselben eindringen und nach EVERTS [2] und ENGELMANN [3] bei manchen Vorticellinen bis zum Glockensaum sich fortsetzen. Doppeltbrechend fand ENGELMANN auch die schmalen Streifen der Stentoren.

Die breiteren granulirten Streifen im Ectoplasma der Stentoren hielt EHRENBERG schon im Jahre 1831 für Muskel; dieselben sollen nach ihm zum Bewegen der Cilien dienen, während der quergestreifte Stielmuskel der *Vorticellinen* die Contractionen des Stieles bewirkt. OSCAR SCHMIDT hat zuerst in seinem Handbuch der vergleichenden Anatomie [4] darauf hingewiesen, dass die Infusorien stets in der Richtung der Streifen sich contrahiren, welche letzteren daher Muskeln entsprechen; später führte er ausführlicher den Nachweis, dass bei der Contraction die breiteren, granulirten Streifen thätig sind. [5] Hierauf befasste LIEBERKÜHN sich mit den contractilen Bändern der Stentoren und gelangte, im Gegensatz zu SCHMIDT, zu dem Ergebniss, dass die zwischen den granulirten Bändern gelegenen schmalen glänzenden hyolinen Streifen eigentlich den Muskelfasern entsprechen. [6]

Auf die Identificirung der contractilen Elemente der Protisten mit Muskelfasern waren die Untersuchungen KÜHNE's [7] von grossem Einfluss; dieser Forscher wies nach, dass die Muskelfasern auch selbstständig reizbar seien, also auch ohne Nervenvermittlung sich contrahiren können, und dass sich der Stielmuskel der *Vorticellen* gegen electrische, thermische und chemische Reize zum Theil wie eine Muskelfaser verhält; zum Theil, aber nicht ganz, da z. B. der Stielmuskel der *Vorticellen* gegen das wirksamste Muskelgift, nämlich Curare gänzlich unempfindlich ist. METSCHNIKOW gelangte zu den KÜHNE'schen ganz entgegengesetzten Ergebnissen, wonach der Stielmuskel der Vorticellen gegen electrische und chemische Reize sowie gegen Muskelgifte sich von der Muskelfaser ganz verschieden verhält; er betrachtet daher die contractilen Elemente der Protisten nicht für Muskel-, sondern einfach für elastische Fasern. [1]

Uebereinstimmende Ergebnisse mit der METSCHNIKOW'schen Ansicht hat auch COHN erzielt; nach ihm wären die contractilen Elemente der Protisten nicht mit den Muskelfasern der höheren Thiere identisch, da letztere während der Ruhe gestreckt und während der Thätigkeit contrahirt sind, jene aber im Gegentheil sich während der Ruhe verkürzen; als Beweis dessen wird von COHN der einen jedem Protistologen wohl bekannte Umstand angeführt, dass der dem Anscheine nach vollkommenste Muskel der Infusorien, nämlich der Stielmuskel der *Vorticellinen* beim Absterben der Vorticelle, oder wenn diese vom Stiel sich loslöst, zusammengeschnellt bleibt. Ganz das nämliche Verhalten ist an machen contractilen Pflanzenzellen, namentlich den Staubfaden-Zellen der Cynareen zu beobachten; auf Reize contrahirt sich die elastische Cuticula und bleibt auch nach Absterben der Zelle contrahirt, während der Ruhe aber sind die Zellen gestreckt. Demgemäss liegt die Erklärung für die Contractionserscheinungen der Protisten in deren Elasticität, und die Contractionen erfolgen ganz nach den für gewisse Pflanzenzellen giltigen Gesetzen. [2] In neuerer Zeit haben auch ROUGET [3] und SCHAAFFHAUSEN [4] die Contractionen des Stielmuskels der Vorticellen auf dessen Elasticität zurückgeführt.

Die soeben ausgeführte Ansicht, welcher ich, gestützt auf eigene Untersuchungen, vollkommen beipflichte, fand wenig Anhänger; die meisten Forscher sehen in den bandartigen Differenzirungen des Ecto-

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1873) 293.

[2] Untersuchungen über Vorticella nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873).

[3] Op. cit.

[4] Vergleichende Anatomie. II. Aufl. 1852.

[5] Spongien des adriatischen Meeres. I. Suppl. 1864. Vgl. Eine Reclamation die «geformte Sarcode» der Infusorien betreffend. AMA. III. (1867) 393.

[6] Beiträge zur Anatomie der Spongien. AAP. (1857) 403. Anmerk. *a*.

[7] Ueber directe und indirecte Muskelzuckung mittelst chemischer Agentien. Ueber die Muskelzuckungen ohne Betheiligung von Nerven. Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanz. Alle drei Abhandlungen AAP. 1859.

[1] Untersuchungen über den Stiel der Vorticellen. AAP. 1863. Ferner: Nachträgliche Bemerkungen über den Stiel der Vorticellen. Ibidem. 1864.

[2] Ueber die contractilen Staubfäden der Disteln. ZWZ. XII. (1862).

[3] CR. (1867) 1204. LEUCKART Ber. AN. 34. II. 315.

[4] Sitzungsb. der niederrhein. Gesellsch. zu Bonn (1869) 53–54. LEUCKART. Ber. AN. 36. II. 365.

plasma der Infusorien und dem Stielband der *Vorticellen* sich auf Reize activ contrahirende Fasern musköser Natur. Ueber den wichtigen Punkt aber, ob die Contractionen durch die breiteren granulirten Bänder oder die zwischen diesen gelegenen nicht granulirten glänzenden hyolinen Streifen bedingt sind, gehen die Meinungen weit auseinander. KÖLLIKER,[1] STEIN [2] und HAECKEL [3] halten mit OSCAR SCHMIDT die breiten granulirten Bänder für contractil. KÖLLIKER vergleicht diese mit den Fibrillen der primitiven Muskelfasern und beschreibt sie bei den *Stentoren* als quergestreift. Eine Querstreifung ist in der That gut zu unterscheiden, aber gewiss nichts weiter als einfache Runzelbildung, welche der Querstreifung der primitiven Muskelfasern gewiss ebenso wenig entspricht, als die von LEYDIG in den Stielmuskel der *Vorticellinen* gezeichnete zackige Linie,[4] in welch letzterer WRZESNIOWSKI nicht mehr erblicken kann, als den Ausdruck eines geschlängelten Verlaufs der den contractilen Stielfaden zusammensetzenden feinen Fibrillen.[5] Auch die in diesen angeblich contractilen Bändern ganz unregelmässig zerstreuten stark lichtbrechenden Körnchen entsprechen gewiss nicht den BOWMANN'schen Elementen der quergestreiften Muskelfasern, wofür sie von STEIN gehalten werden. Andere Forscher haben sich dagegen LIEBERKÜHN angeschlossen, und halten die mit den breiten granulirten, blassen Bändern abwechselnden, schmalen, homogenen glänzenden Streifen für contractil, wie namentlich GREEFF,[6] EVERTS,[7] ENGELMANN,[8] SIMROTH,[9] WRZENIOWSKI,[10] CLAUS;[11] auch ich habe mich für diese Ansicht, sowie gegen die Contractilität der granulirten Protoplasmapartien erklärt[12] und angeführt, dass gewisse lebhaft contractile Körpertheile, nämlich der Rüssel der Infusorien aus einer gänzlich homogenen, hyalinen Substanz besteht, und bin mit den letzterwähnten Forschern blos darin nicht einer Meinung, da ich die Contractionen mit MECZNIKOW, COHN, ROUGET und SCHAAFFHAUSEN der Elasticität zuschreibe.

[1] Icones histiologicæ. 14.

[2] II. 27.

[3] Zur Morphologie der Infusorien. 535.

[4] Lehrb. der Histologie. Leipzig. 1857. p. 133.

[5] Beitr. zur Naturg. der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 292.

[6] Untersuchungen über den Bau und die Naturg. der Vorticellen. AN. 36. 1870.

[7] Everts. op. cit.

[8] Op. cit.

[9] Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusionsthiere. AMA. XII. (1876).

[10] Op. cit.

[11] Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. 1874. 165.

[12] Természetrajzi Füzetek. II. (1878) 223.

Von allen anderen Forschern abweichend findet man die contractilen Elemente der Infusorien bei FROMENTEL aufgefasst.[1] Nach ihm wären die Muskelelemente bei den *Stentoren* in den breiten granulirten Bändern enthalten, und zwar würden die zwischen den oben erwähnten transversalen Einschnürungen vorhandenen kleinen warzenförmigen Vorsprünge, den Einschnürungen entsprechend, mit je einem winzigen Muskel in Verbindung stehen; letztere Muskeln wurden allerdings von FROMENTEL selbst auch nicht gesehen und sind zweifelsohne nichts weiter als Phantasieproducte der regen Einbildungskraft dieses Autors.

Die contractilen Elemente des Ectoplasma sind nicht nur für die Ciliaten charakteristisch, sondern kommen, wie STEIN hervorhebt,[2] auch bei einigen grünen Flagellaten, namentlich bei *Euglena viridis* und *Amblyophis* vor, welchen auch noch einige *Astasien (Peranema)* sich anschliessen. Ferner hat LEIDY schon im Jahre 1852 der in der Rindenschicht mancher *Gregarinen* differenzirten longitudinalen Muskelfasern Erwähnung gethan;[3] später beschrieben LEUCKART, REY LANCASTER und E. VAN BENEDEN contractile Streifen bei den Gregarinen.[4] Nach letzterem Forscher lassen sich bei der im Hummer schmarotzenden *Gregarina gigantea* zweierlei Streifen unterscheiden: longitudinale, eigentlich Runzel der Cuticula, und ringförmige. Letztere sind eigentlich die contractilen Elemente und aus stark lichtbrechenden winzigen ovalen Körperchen rosenkranzartig zusammengesetzt. Ich konnte an der in Periplaneta orientalis schmarotzenden *Gregarina Blattarum* im Ectoplasma longitudinal verlaufende Streifen unterscheiden, welche mir den stark lichtbrechenden contractilen Streifen der Ciliaten vollkommen zu entsprechen scheinen, und Dr. E. DADAI zeigte mir aus unserem grössten vaterländischen Myriapoden, dem Lysiope-

[1] Études sur les Microzoaires. Paris. (1874) 8.

[2] II. 31.

[3] Transact. of the amer. Phil. Society at Philadelphia. X. 1852. Vgl. E. van BENEDEN: Recherches sur l'évolut. des Grégar. Bull. de l'Acad. roy des sciences. 39. 2. ser. XXI. Bruxelles (1871) 356.

[4] VAN BENEDEN, op. cit.

talum fœtidissimum, zahlreiche *Gregarinen*, an welchen die wie bei den Ciliaten longitudinal verlaufenden Myophan-Streifen gleichfalls sehr gut entwickelt sind.

Zur Ortsveränderungen bestimmte Differenzirungen. Locomotion der Gregarinen.

Da der Sitz der Contractilität im Ectoplasma gelegen ist, wird auch die Locomotion durch dieses oder dessen vorübergehende oder stabile Fortsätze bewirkt.

Bei manchen Protisten, namentlich den *Gregarinen*, functionirt das Ectoplasma ganz wie der Hautmuskelschlauch bei Würmern und führt bald zu überaus trägen, bald wieder zu flinken Locomotionen, welche mit lebhaften amoeboiden Gestaltsveränderungen einhergehen. Letzteres gilt von den durch Stein in die Gattung *Monocystis* zusammengefassten *Gregarinen*, und nach Stein [1] ist *Monocystis tenax (= Proteus tenax Müll., Distigma tenax Ehrb.)*, durch ihre Gestaltsveränderungen den *Amoeben* so ähnlich, dass O. Fr. Müller denselben mit der bis dahin einzig bekannten *Amoeba diffluens (Proteus diffluens Müll.)* mit Recht in eine Gattung vereinigen konnte. Dabei ist aber der Locomotions-Mechanismus der *Gregarinen*, wie Frey richtig hervorhebt, doch nur zum Theil bekannt; [2] dieselben sind nämlich ausser der erwähnten noch einer ganz räthselhaften Art von Locomotion fähig, während welcher sie mit gestrecktem starren Leib ganz in der nämlichen Weise ziemlich rasch fortgleiten, wie Diatomeen. Die auf diese Weise sich fortbewegenden *Gregarinen* sieht man von einem hellen farblosen Saum umgeben, welcher an den in gelbe Müller'sche Flüssigkeit eingelegten Exemplaren besonders auffallend hervortritt; in dieser vorzüglichen neutralen Flüssigkeit bleiben die Gregarinen Stunden, ja sogar einen ganzen Tag lang am Leben und führen muntere Bewegungen aus; bringt man nun in die Flüssigkeit Farbstoffkörnchen, so werden diese dem hellen Saum der gleitenden Gregarine entlang in entgegengesetzte Strömungen versetzt, so dass der Gedanke kaum abzuweisen ist, dass die *Gregarinen* ihre gleitende Bewegung, gleich den Diatomeen, ganz hyalinen und auch bei stärkstes Vergrösserung homogen erscheinenden sohlenartigen Protoplasmavortsätzen verdanken.

[1] II. 8.

[2] Das einfachste thierische Leben. (1858) 11.

Ich will hier erwähnen, dass ähnliche ganz räthselhafte und zwar sehr rasche gleitende Bewegungen häufig auch an den *Euglenen*, nach Einziehen oder Abwerfen der Geisseln, beobachtet werden; dies gilt namentlich von der prächtigen *Euglena sanguinea*, bei welcher ich vergebens bemüht war, die Structur des hellen Saumes, welcher die Locomotion zu unterhalten scheint, durch starke Systeme und verschiedene Beleuchtung zu erforschen. Dass es aber der schmale, helle Saum ist, der den Körper der Euglenen in Bewegung setzen kann, lässt sich an eingekapselten kugeligen *Euglenen* beobachten, wenn dieselben vor dem Ausschwärmen innerhalb der Cyste, wie bewimperte Embryonen innerhalb der Eihülle, lebhaft rotiren.

Pseudopodien.

Auf die Contractilität des Ectoplasma können auch die Gestaltsveränderungen der *Amoeben* und anderer Rhizopoden mit differenzirtem Rindenparenchym zurückgeführt werden; hier, wie bei den farblosen Blutzellen, liegt der Sitz der amoeboiden Bewegungen, nach M. Schultze, im Ectoplasma.[1] Letzteres ist es, welches die lappen- oder wellenförmigen Ausbuchtungen, die spitzigen Fortsätze mit breiter Basis, die cylindrischen, finger- und fädenförmigen, verzweigten oder nicht verzweigten Pseudopodien hervorpresst. Dagegen ist bei vielen Rhizopoden, hauptsächlich aber bei denjenigen mit nicht differenzirtem Ecto- und Entoplasma, der ganze Leib contractil, und sind hier die Pseudopodien häufig bis tief in das Innere des Protoplasmaleibes zu verfolgen, was zuerst von Claparède bei den *Radiolarien*, namentlich den *Acanthometren* erkannt wurde; [2] dasselbe gilt aber nach den Untersuchungen von Greeff, Hertwig, Lesser und anderer Forscher auch von den *Heliozoën*, bei welchen die Pseudopodien, namentlich deren häufig vorhandene starre Achse, welche zuerst von M. Schultze [3] bei *Actinosphaerium Eichhornii* erkannt wurde, bis in das Innere des Protoplasma verfolgt werden kann, so dass es den Anschein hat, als ob die Pseudopodien von hier ausstrahlten. Diese Pseudopodien sind es,

[1] Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. (1863) 8.

[2] Berichte d. Akad. zu Berlin. (1855) 674. Vgl. Schultze, Das Protoplasma etc. 30.

[3] Das Protoplasma etc. 30.

an welchen schon DUJARDIN die Körnchenströmung kannte. Diese in ihrer ganzen Pracht besonders an den Seewasser-*Gromien* und *Polythalamien* zu beobachtende überraschende Bewegungserscheinung wurde von M. SCHULTZE mit folgenden Worten ebenso lebensvoll, wie getreu geschildert: «Diese innere Bewegung ist die sogenannte Körnchenbewegung. Es ist ein Gleiten, ein Fliessen der in die Fadensubstanz eingebetteten Körnchen. Mit grösserer oder geringerer Schnelligkeit ziehen sie in dem Faden entweder dem peripherischen Ende desselben zu, oder in der umgekehrten Richtung, oft sogar selbst an den dünnsten Fäden in beiden Richtungen zugleich. Körnchen, die sich begegnen, ziehen entweder aneinander vorbei oder bewegen sich um einander, bis nach einer kleinen Pause beide ihre ursprüngliche Richtung fortsetzen oder eines das andere mit sich nimmt. Wie auf einer breiten Strasse die Spaziergänger, so wimmeln an einem breiteren Faden die Körnchen durcheinander, wenn auch manchmal stockend und zitternd, doch immer eine bestimmte, der Längsrichtung des Fadens entsprechende Richtung verfolgend. Oft stehen sie mitten in ihrem Lauf still und kehren dann um, die meisten jedoch gelangen bis zum äussersten Ende der Fäden und wechseln hier erst ihre Richtung. Nicht alle Körnchen eines Fadens bewegen sich mit gleicher Schnelligkeit, so dass oft eins das andere überholt, ein schnelleres das Langsamere zu grösserer Eile treibt oder an dem langsameren in seiner Bewegung stockt. Wo mehrere Fäden zusammenstossen, sieht man die Körnchen von einem auf den anderen übergehen. An solchen Stellen befinden sich oft breitere Platten, welche aus einer stärkeren Anhäufung der Fadensubstanz hervorgegangen sind, und aus welchen dann wie selbständige Fortsätze weitere Fäden sich entwickeln, oder in welche bereits bestehende wie eingeschmolzen werden. Viele Körnchen laufen offenbar ganz an der äussersten Oberfläche der Fäden, über welche man sie deutlich hervorragen sieht. Vielleicht haben alle diese oberflächliche Lage. Ausser den kleinen Körnchen sieht man oft grössere Substanz Klümpchen wie spindelförmige Anschwellungen oder seitliche Auftreibungen eines Fadens in ähnlicher Bewegung, wie die Körnchen. Selbst fremde Körper, welche der Fadensubstanz anhaften und in sie aufgenommen worden, schliessen sich der Bewegung an.» [1]

[1] Das Protoplasma etc. 11.

Die Körnchenströmung an den Pseudopodien der Rhizopoden, deren Existenz seit DUJARDIN von so competenten Forschern wie JOHANNES MÜLLER, CLAPARÈDE, HUXLEY, MAX SCHULTZE, HAECKEL u. A. bestätigt wurde, fand in BOGUMIL REICHERT, dem Nachfolger von JOHANNES MÜLLER, einen geharnischten Gegner, der seit 1862 durch theils in den Mittheilungen der Berliner Akademie, theils in der von ihm gemeinsam mit DUBOIS-REYMOND redigirten Zeitschrift veröffentlichte mehrere Abhandlungen der Nachweis zu führen suchte, dass es eine Körnchenströmung eigentlich gar nicht gebe, und dass das ganze Phänomen auf die irrthümliche Deutung eines Trugbildes zurückzuführen sei. Uebrigens wäre nach REICHERT die ganze Protoplasmatheorie eine «Hypothese des unsichtbar organisirten Zellinhalts», nichts weiter als eine Neubelebung des von den Naturphilosophen supponirten Urschleims, welcher lange Zeit hindurch gleich einem «Alp» auf der Wissenschaft lastete. Diesen «Alp» vermochte aber REICHERT ebenso wenig zu verscheuchen, wie ihm auch der Nachweis von der Nichtexistenz der Körnchenströmung nicht gelingen konnte. Die Pseudopodien der Rhizopoden wären nach REICHERT contractile compacte Fäden, an welchen durch Contractionswellen kleine Schlingen erhoben werden, welche dann als scheinbare Körnchen die Fäden entlang hüpfen; Verzweigungen und Verschmelzungen kämen an den Pseudopodien niemals vor und die eingebildeten Verzweigungen und Verschmelzungen wären nichts anderes als «die Phantasie der Forscher ergötzende wunderbare mikroskopische Trugbilder.» Diese auf die flüchtige Untersuchung einer einzigen Polythalamie basirte REICHERT'sche Ansicht wurde auf Grund eingehender genauer Untersuchungen von MAX SCHULTZE [1] und HAECKEL [2] zurückgewiesen. Die absolute Unhaltbarkeit seiner Auffassung hat später REICHERT selbst eingesehen; anstatt aber dieselbe offen und ehrlich zu revociren, versuchte er in zwei langen Abhandlungen [3] derselben durch Drehen und Wenden eine mit der Auffassung der übrigen Forscher übereinstimmende Deutung zu verleihen und die Sache so darzustellen, als ob das erste klare Bild

[1] Das Protoplasma etc.

[2] Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden ZWZ. XV. (1865).

[3] Monatsb. der Berliner Akad. 1865. und Abh. d. Berliner Akad. 1867.

über die Pseudopodien der Rhizopoden eigentlich von ihm herrührte, was ihm von Seite M. SCHULTZE's [1] und besonders HAECKEL's berechtigte heftige und mit herber Schonungslosigkeit geführte Angriffe zuzog.

Geisseln und Cilien.

Die der Locomotion befördernden constanten Anhänge, nämlich eine oder mehrere *Geisseln* bei den *Noctiluceen* und *Flagellaten*, sowie die *Cilien* der *Cilioflagellaten* und *Ciliaten* sind zweifelsohne gleichfalls als Differenzirungen des contractilen Protoplasma aufzufassen. Bereits ROTH [2] und neuerdings ENGELMANN [3] haben die nahe Verwandtschaft der Flimmer- und der amoeboiden Bewegung hervorgehoben und nachgewiesen, dass die Flimmerbewegung in physiologischer Hinsicht der amoeboiden näher steht als der Muskelbewegung. Die nach EHRENBERG die Cilien und den Rüssel, d. h. die Geissel bewegenden unsichtbar feinen Muskeln existiren ohne Zweifel nicht; doch können diese, zu selbständigen Bewegungen befähigte und offenbar vom Willen der Protisten abhängige Gebilde auch nicht einfache Cuticular-Anhängsel sein, wofür sie STEIN im ersten Theil seiner Monographie ansprach, [4] dieselben müssen vielmehr, wie STEIN sich selbst berichtigend ausführte, [5] mit dem contractilen Ectoplasma in Verbindung stehen.

Es wurde zuerst von HAECKEL betont, dass die durch Cilien resp. Geisseln bewirkte Bewegung bei zahlreichen niederen Protisten mit einer amoeboiden abwechseln kann, so z. B. bei zahlreichen von ihm beobachteten *Moneren*, ferner bei den Schwärmern der Myxomyceten, welchen noch viele *Rhizopoden*, z. B. der von CLAPARÈDE und LACHMANN beschriebene *Petalopus diffluens*, sowie der von CIENKOWSKI beschriebene *Ciliophrys infusionum* angereiht werden können; dasselbe gilt von den Geisselzellen der Spongien, welche, wie bereits JAMES-CLARK beschrieb, die Geissel einziehen und amoeboide Fortsätze aussenden können. In allen diesen Fällen stellen die Geisseln von feinen fadenförmigen Pseudopodien in nichts verschiedene Protoplasma-Fortsätze dar. Ferner beschreibt HAECKEL die Entwickelung der Cilien an den Furchungskugeln einer Siphonophore folgender Weise: »Diejenigen Zellen, welche an der Oberfläche der kugeligen, aus gleichartigen nackten Furchungszellen zusammengesetzten Zellenhaufen sich befinden, beginnen nach Art der Amoeben zahlreiche, formwechselnde Fortsätze hervorzustrecken. Diese langsam sich bewegenden Fortsätze der nackten amoeboiden Zellen gehen nachher direct in schlagende Wimpern oder Cilien über.« Gestützt auf diese Beobachtungen behauptet HAECKEL gewiss mit Recht, dass die Wimperbewegung mit der amoeboiden Protoplasmabewegung idendisch ist und dass Pseudopodien und Cilien homologe Gebilde darstellen. [1]

Bei den mit einer Cuticula bedeckten Ciliaten, wo die Cilien scheinbar unmittelbare Fortsätze der Cuticula darstellen, nimmt HAECKEL an, dass die Cilien sich durch die Cuticula hindurchbohren und daher gänzlich dem contractilen Ectoplasma angehören. [2] Diese Auffassung entspricht dem wirklichen Sachverhalt gewiss nicht, und SIMROTH hebt mit Recht hervor, [3] dass der starke Glanz der stärkeren Cilien und deren grosse Resistenz gegen Reagentien, ferner die Neigung der stärkeren Borsten und Haken zur fibrillären Zerfaserung für deren Bestand aus Cuticularsubstanz und nicht aus Protoplasma sprechen, wovon man sich besonders durch ein genaueres Studium der mächtigen Abdominalborsten und Haken der *Oxytrichinen*, *Euplotinen* und *Aspidiscinen* leicht überzeugen kann. SIMROTH geht von einem genauen Studium der an den Kiemen der Cyclas vorkommenden, mit einzelnen starken Borsten versehenen kleinen Epithelzellen aus, und gelangt zum Ergebniss, dass bei diesen Zellen in der Achse der aus elastischer Cuticularsubstanz bestehenden Borsten, aus dem Zellprotoplasma ausgehende Protoplasmafäden verborgen sind, woraus SIMROTH den Schluss zieht, dass die Cilien der Infusorien, obschon zumeist Cuticulargebilde, gleichfalls mit Fortsätzen des contractilen Ectoplasmas in unmittelbarer Verbindung stehen, deren moleculäre Actionen wohl unbekannt, doch jedenfalls die Ursache der Vibration der elastischen Härchen sind. Uebrigens wurden die Cilien der Infusorien von CARTER bereits im Jahre 1856 als

[1] Ausser mehreren bereits citirten Abhandlungen: Reichert und die Gromien. AMA. II. (1866).

[2] Ueber einige Beziehungen des Flimmerepithels zum contractilen Protoplasma. VIRCHOW's Archiv. B. 37.

[3] Ueber die Flimmerbewegung. Jen. Z. IV. (1868).

[4] I. 68.

[5] II. 31.

[1] Studien über Moneren. II. Die Identität der Flimmerbewegung und der amoeboiden Protoplasmabewegung. 127.

[2] Zur Morphologie der Infusorien. 534.

[3] Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infuson. 67.

mit der ausgestülpten Cuticularschicht gleichsam scheidenartig überzogene Protoplasma-Fortsätze aufgefasst.[1]

Die morphologischen Unterschiede in den Cilien der Infusorien fanden schon bei den älteren Forschern Berücksichtigung. Ehrenberg unterschied vier Gattungen, nämlich: feine eigentliche Cilien oder *Wimpern (ciliae), Borsten (setae), Griffel (styli)* und *Hacken (uncini);* die bei einem Theil seiner Anentera vorkommenden *Geisseln* hielt Ehrenberg für *Rüssel (proboscis).* Diesen können noch die aus Büscheln feiner langer Cilien gedrehten Quasten angereiht werden, wie sie z. B. unter den Ciliaten bei *Urocentrum Turbo,* unter den Flagellaten aber bei den *Lophomonaden* vorkommen, und welchen, nach Hertwig's Schilderung, die bei manchen *Radiolarien (Disciden* und *Sponguriden)* beobachteten sogenannten *Sarcode-Geisseln* der Structur nach sehr nahe zu stehen scheinen. Von ganz eigenthümlicher Structur bestehen nach Sterki[2] die Adoral-Borsten der *Oxytrichinen;* nach den genauen Untersuchungen dieses Forschers sind es keine eigentlichen Borsten, sondern blos von der Kante gesehen als Borsten imponirende *Membranellen,* welche mit den *Flimmerplatten* der Ctenophoren übereinstimmen. Ferner sind, gleichfalls nach Sterki's Untersuchungen,[3] auch die adoralen Borsten einer neuen Süsswasser-Tintinnode, des *Tintinnus semiciliatus* keine Borsten, sondern am freien Rand fächerartig gespaltene *flache Membranen,* richtiger Flimmerplättchen, welche von der Kante gesehen den Eindruck von Borsten machen. Mir ist aus eigenen Untersuchungen die Structur der adoralen Borsten des mit *Tintinnus semiciliatus* sehr nahe verwandten *Tintinnus fluviatilis* genau bekannt, und ich finde dieselben in der That nicht cylindrisch, sondern von zwei Seiten comprimirt und an den Enden wie Reiherfedern in feine Fäden zerfasert.

Den Cilien sind ferner die bei zahlreichen Infusorien neben dem Mund ausgespannten *undulirenden Membranen* von verschiedener Grösse anzureihen; dieselben haben offenbar den Zweck, die durch das Spiel der Cilien dem Mund zugewirbelte Nahrung, welche durch den in spiraliger Richtung frei herumkreisenden Strudel leicht aus der Nähe des Mundes fortgerissen würde, aufzuhalten und durch ihre Undulationen in den geöffneten Mund zu treiben, dann die in den Strudel gelangten, aber zum Verschlingen nicht geeigneten Körper aus dem zum Mund führenden Strudel zu entfernen. Die, wie z. B. bei den *Oxytrichinen,* schmale Bänder bildenden undulirenden Membranen erinnern ganz an den, bei den Spermatozoiden der Tritonen und des Bombinator den Schwanz entlang verlaufenden wogenden Kamm; andere wieder erscheinen ganz ausgespannt als breite segelartige Membranen, so z. B. bei der Gattung *Pleuronema* oder bei *Cyclidium Glaucoma.* Da diese Membranen überaus zart und in der Lichtbrechung vom Wasser kaum verschieden sind, lassen sich dieselben in ihrer ganzen Ausdehnung nur sehr schwer unterscheiden, und bei oberflächlicher Untersuchung bekommt man blos ihre Durchschnittsbilder und einzelne Falten zu sehen, die leicht für Borsten zu halten sind und von vielen Forschern auch thatsächlich für solche angesehen wurden. So hielten z. B. ältere Forscher die gewöhnlich in Querfalten gelegte breite segelartige undulirende Membran von *Pleuronema Chrysalis* allgemein für ein Büschel von Borsten und erst in der letzten Zeit hat Bütschli nachgewiesen, dass das bei den *Vorticellinen* aus dem geöffneten Mund (vestibulum) hervorragende borstenartige Gebilde, (der sogenannte *Schleuderborsten, grosser Borsten, Geissel)* eigentlich dem Saum einer in transversaler Richtung fein gestreiften Membran entspricht,[1] eine Ansicht, von deren Richtigkeit ich mich überzeugen konnte, und welche neuerdings auch von Gruber bestätigt wurde, obschon letzterer Forscher, offenbar in Unkenntniss der diesbezüglich von Bütschli gemachten Bemerkung die Entdeckung der wogenden Membran bei den *Vorticellinen* und *Ophrydinen* sich selbst zuschreibt.[2]

Von Stein werden diese undulirenden Membranen neben den Cilien erwähnt,[3] ohne aber die Zusammengehörigkeit dieser scheinbar so verschiedenen Gebilde zu motiviren. Nach meinen Untersuchungen

[1] Annals of natural History. (1856) 116. Vgl. Stein. II. 32.

[2] Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878).

[3] Tintinnus semiciliatus. Eine neue Infusorienart. ZWZ. XXXII. (1879).

[1] Ueber den Dendrocometes paradoxus, Stein, nebst einigen Bemerkungen über Spirochona gemmipara und die contractilen Vacuolen der Vorticellen. ZWZ. XXVIII. (1877) 67. Erklärung zu Fig. 21.

[2] Neue Infusooien. ZWZ. XXXIII. (1879) 460—461.

[3] I. 73.

ist die Zusammengehörigkeit vollkommen begründet, denn die undulirenden Membranen sind thatsächlich nichts weiter, als in einer Linie an einander gereihte sehr feine Cilien, welche in der Weise zusammenhängen, wie etwa die Lamellen eines Federbartes. Einer feinen Streifung der undulirenden Membran der *Vorticellinen* machte bereits Bütschli Erwähnung, und die Streifung kann bei genügender Vergrösserung und Beleuchtung an den meisten ähnlichen Membranen unterschieden werden; in verdunstenden Tropfen werden diese feinen Cilien durch die Einwirkung der sich concentrirenden Salze getrennt und führen ihre Wellenbewegung einzeln aus, woraus der Widerspruch zu erklären ist, warum der eine Forscher eine wogende Membran erblickte, wo der andere von einer Reihe feiner Cilien spricht. So hat Gruber bei der von ihm beschriebenen *Stichotricha socialis* — von *St. secunda* offenbar blos durch die baumförmige Colonieen bildenden Röhren verschieden — neben dem Mund eine Reihe feiner Cilien unterschieden,[1] welche offenbar nichts weiter, als die während der Untersuchung in ihre Bestandtheile, die feinen Cilien zerfallene zarte undulirende Membran ist.

Ferner liefern die von den Stielen sich loslösenden *Vorticellinen* einen höchst überzeugenden Beweis dafür, dass undulirende Membranen und Cilien vollkommen identische Gebilde sind; hier bildet nämlich der am hinteren Körpertheil sich entwickelnde Wimpergürtel anfangs eine zarte wogende Membran, welche erst später in Cilien zerfällt, und v. Siebold konnte nicht ohne Berechtigung behaupten, dass der hintere Ciliengürtel der *Trichodinen* eigentlich einer zarten undulirenden Membran entspricht,[2] da die den Gürtel bildenden Cilien thatsächlich, wie die Lamellen eines Federbartes zusammenhängen, und der ganze Gürtel als eine einzige Membran wogt. Nach den Untersuchungen von Sterki bildet auch der das Peristom der *Vorticellinen* einfassende spiralig gewundene Cilienkranz auf einem frühen Entwickelungsstadium eine zusammenhängende Membran, welche erst secundär in einzelne Cilien zerfällt.[3]

Endlich liefert auch die adorale Lamelle bei der von mir aus Salzwasser beschriebenen *Sparotricha vexillifer*[1] ein schönes Beispiel für das Bestehen der undulirenden Membranen aus Cilienreihen. In gewisser Hinsicht können also die undulirenden Membranen mit Borsten verglichen werden, welche, aus ihrer Neigung zur pinselartiger Zerfaserung zu schliessen, eigentlich aus einer Anzahl von Cilien, d. h. aus dicht verklebten Wimpern gebildete Büschel vorstellen und den oben erwähnten Cilien-Quasten ähnlich gebaut sind, nur dass bei letzteren die einzelnen Cilien nur lose zusammenhängen, — und die undulirenden Membranen nicht Büscheln, sondern reihenweise, in einer Linie angeordneten feinen Cilien entsprechen.

Neben den beweglichen Cilien und den mit diesen verwandten Gebilden, sind bei einigen Ciliaten auch noch eigenthümliche, sehr feine borstenartige Gebilde bekannt, welche zumeist um vieles länger als Cilien sind, keine Wirbel erzeugen, sondern starr abstehen, und, wie es scheint, durch die Infusorien aus dem Ectoplasma, welches sie nicht präformirt enthält, willkürlich ausgestreckt werden können. Diese vorstreckbaren Borsten wurden, nicht wie Gruber in einer Abhandlung meint,[2] zuerst von Engelmann bei *Drepanostoma striatum* (=*Loxodes Rostrum Ehrb.*) beschrieben, sondern schon von Lachmann bei den *Stentoren* entdeckt und mit Claparède als *starre Borsten (soies roides)* beschrieben;[3] Stein bestätigte ihre Anwesenheit bei *Stentor coeruleus* und *St. Roeselii,*[4] bei letzterem entschieden hervorhebend, dass es ihm gelang zu beobachten, wie nach einander mehrere solche *Tastborsten* aus dem Ectoplasma hervorgeschleudert wurden. Aehnliche Borsten entdeckte, wie erwähnt, Engelmann bei dem mit *Loxodes Rostrum* gewiss identischen *Drepanostomum striatum*[5] in der ganzen Körperperipherie, und ähnliche haben Claparède und Lachmann, Stein, sowie Wrzesniowski auch bei der Gattung *Stichotricha* und der mit dieser identischen Gattung *Stichochaeta,* und zwar vom Rüssel ausgehend, beschrieben. Bei der Gattung *Halteria* sind diese Borsten am längsten, bilden einen aequatorialen Gürtel, und dienen zum Fortschleudern des In-

[1] Op. cit. 446.
[2] Ueber undulirende Membranen. ZWZ. II. (1850) 361.
[3] Tintinnus semiciliatus. 462.

[1] Természetrajzi Füzetek, II. 239.
[2] Op. cit. 448.
[3] Études. I. 223.
[4] II. 240 und 251.
[5] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 382.

fusionsthierchens, weshalb sie auch von den Entdeckern CLAPARÈDE und LACHMANN *Schnellborsten (soies saltatrices)* genannt werden.[1] Die hastigen Sprünge der *Halteria* werden nämlich dadurch ausgeführt, dass sich das Thier mit seinen Borsten an irgend einen Gegenstand anstemmt, worauf es sich mit einem plötzlichen Ruck fortschnellt; warum diese Art des Fortschnellens eine mechanische Unmöglichkeit sein sollte, wie dies von STERKI behauptet wird,[2] ist kaum begreiflich. Endlich gehören die in Längsreihen angeordneten, zu activen Bewegungen nicht geeigneten feinen Borsten, welche der soeben genannte Forscher an der Dorsalseite der *Oxytrichinen* entdeckte[3] wahrscheinlich gleichfalls in die Kategorie der eben besprochenen Borsten, und nicht zu den sich selbstständig bewegenden Cilien.

Die vollständige Homologie der Protisten-Cilien und Geisseln mit den entsprechenden Differenzirungen der Epithelzellen der aus Geweben zusammengesetzten Thiere unterliegt keinem Zweifel; doch zeigt sich, die Function betreffend, der Unterschied von Geisseln und Cilien der Gewebszellen, dass die letzteren ihre Schwingungen mit vom Willen des Thieres ganz unabhängiger Maschinenmässigkeit verrichten und auch nach dem Absterben des Thieres oder nach Aufheben des Zusammenhanges mit den übrigen Körpertheilen bis zum Zerfall oder dem Absterben der Zelle fortsetzen. Dem gegenüber haben die Protisten die Thätigkeit ihrer Geisseln und Cilien (und nicht minder die der Pseudopodien und Tentakeln) vollkommen in ihrer Macht; dieselbe ist — wenn ich mich so ausdrücken darf, — ganz von ihrem Willen abhängig. Die Cilienbewegungen werden gleichsam selbstbewusst und mit einer den obwaltenden Umständen entsprechenden Zweckmässigkeit begonnen und eingestellt; bald sind alle in Thätigkeit oder in Ruhe, bald fungiren blos einzelne Cilien oder Gruppen von solchen, oder es wird die Thätigkeit dem zu erreichenden Zweck angepasst, beschleunigt oder verlangsamt oder in die entgegengesetzte Richtung verändert, so dass dieselben Cilien, welche z. B. den Infusorienleib nach vorwärts bewegt haben, nun mit umgekehrter Thätigkeit eine Rückwärtsbewegung bewirken; kurz die Protisten machen von ihren bewegbaren Anhängen ganz den nämlichen Gebrauch wie Thiere von ihren Gliedmassen. Indessen sind die Functionen der beweglichen Anhänge bei Gewebszellen und Protisten blos scheinbar verschieden; wohl steht die Cilienthätigkeit der Gewebszellen nicht unter dem unmittelbaren Einfluss des die Functionen des Gesammtorganismus regulirenden Nervensystems und vollzieht sich unabhängig vom thierischen Bewusstsein und Willen; trotzdem kann und muss sogar angenommen werden, dass die Ursache der Cilienbewegung nicht in den Cilien selbst, sondern im Protoplasma gelegen ist, dass die die mechanischen Cilienbewegungen regulirenden Reize im Protoplasma entstehen. Wenn also die Cilienbewegung vom Nervensystem des Gesammtthieres auch nicht unmittelbar abhängig ist, so wird dieselbe doch nicht absolut unabhängig, namentlich nicht vom Protoplasma unabhängig, sondern durch dieses wie durch ein Nervensystem beeinflusst sein, was durch die Thatsache über jeden Zweifel erhoben wird, dass die Cilienbewegung durch äussere physikalische und chemische Reize, welche auf das Protoplasma einwirken, wesentlich in der nämlichen Weise modificirt wird, wie die Functionen innervirter Organe durch die auf das Nervensystem einwirkenden Reize. Ist diese Auffassung richtig, so wird der scheinbar wesentliche Unterschied zwischen den Functionen der beweglichen Anhänge bei Gewebszellen und Protisten blos als ein gradueller Unterschied anzusprechen sein, — und der Umstand, dass Geisseln und Cilien der Protisten in verschiedenen Richtungen bewegt werden können und deren Bewegungen weniger den Stempel des Mechanischen an sich tragen, hängt nothwendiger Weise damit zusammen, dass sich die gesammten individuellen Lebensfunctionen der Elementarorganismen durch eine grössere Selbständigkeit und höhere Entwickelung charakterisiren, wenn die Zelle selbst einen besonderen Bionten darstellt, als wenn sie blos einem Glied eines aus vielen selbständigen Individuen gebildeten Zellenstaates entspricht.

Die, in Folge des auf das Protoplasma ausgeübten Einflusses auch auf die Function der Cilien einwirkenden physikalischen und chemischen Reize wurden in neuerer Zeit von ROSSBACH sehr genau studirt.[1] Die von KÜHNE und Anderen schon früher

[1] Études II. 368.

[2] Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878) 45.

[3] Op. cit. 49.

[1] Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikalische Agentien und Arzneimittel. Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. I. H. 1872.

angestellten Untersuchungen übergehend, wird es interessant sein, hier das Endergebniss der wichtigen ROSSBACH'schen Untersuchungen möglichst mit den eigenen Worten des genannten Forschers wiederzugeben, wobei bemerkt werden muss, dass die umfassenden Untersuchungen an *Euplotes Charon, Stylonychia pustulata* und *Chilodon Cucullulus* angestellt wurden.

Am interessantesten, zum Theil sehr überraschend sind die mit *thermischen Reizen* erzielten Resultate, welche ROSSBACH in folgenden Punkten resummirt:[1]

1. Je tiefer die Temperatur unter 15° C. sinkt, um so grösser ist die in den willkürlichen Bewegungen sich einstellende Trägheit. Bei 4° stehen die Infusorien meist unbeweglich still und verrichten höchstens dann und wann einzelne kleinere Excursionen.

2. Während des Sommers verläuft das regelmässige Leben der Infusorien bei 15 bis 25° C. Mit steigender Temperatur werden die Bewegungen rascher, aber erst bei 25° fangen die Infusorien an, wie auf einen Zauberschlag oder auf Commando pfeilschnell herumzueilen.

3. Zwischen 30 und 35° werden die bereits raschen Bewegungen noch immer rascher, verlieren aber dabei ihren früheren Charakter vollständig und erleiden eine eigenthümliche Störung. Namentlich geht den Infusorien die Steuerungsfähigkeit verloren, dieselben rasen unter ununterbrochenen schnellen Drehungen um die Längsachse meist in grossen Bogenlinien dahin. Cilien, Haken und Borsten verrichten gleichmässig schnelle, rhythmisch geisselnde Bewegungen und die allgemeine Körperbewegung wird nicht mehr durch die willkürlich theils unbeweglich stillstehenden, theils bewegten Cilien, sondern, da sämmtliche Locomotionsorgane dieselbe Bewegung verrichten, ausschliesslich durch die anatomische Anordnung der flimmernden Fortsätze gesteuert. Die Infusionsthiere fliegen, einem um die Längsachse sich drehenden Pfeile gleich, dahin, stets in der Richtung der Längsachse. Diese drehenden Vorwärtsbewegungen sind so rasch, dass die Infusorien nicht mehr flächenartig sondern stereoskopisch erscheinen und den Eindruck einer gewissen Starrheit verursachen.

Steigt die Temperatur noch höher und nähert sie sich 40° C., so wird die Vorwärtsbewegung stetig langsamer, und steht endlich ganz still, während die Rotationen unverändert fortdauern. Doch vollzieht die Rotation sich jetzt meist in der Richtung einer anderen Achse wie früher, als sie noch mit einer Vorwärtsbewegung verbunden war; so ist die Achse der Drehbewegung z. B. bei *Stylonychia* von vorne und links, nach hinten und rechts gerichtet. Dabei sieht die Bewegung aus, als ob die *Stylonychia* sich in der Richtung des vorderen Körperendes nach seitwärts fortwährend überschlagen würde. Oder das Infusorium dreht sich wie ein in horizontaler Ebene schnell rotirendes Rad herum. Diese charakteristischen Bewegungen treten bei den Infusorien bei erhöhter Temperatur ausnahmslos auf.

4. Mit dem zwischen 38 und 42° C. eintretenden Tod der Infusorien hören die Rotationen auf; der von KÜHNE bei *Amoeba* und *Actinophrys*, von ENGELMANN aber an den Flimmerepithelzellen beobachtete sogenannte Wärmetetanus, eine durch Wärme verursachte Starre, tritt bei den Infusorien nicht ein.

Von anderen Agentien wird durch *Sauerstoffentziehung* die Cilienbewegung verlangsamt, der Infusorienleib quillt allmälig auf, um schliesslich zu zerfliessen.

Eine Sättigung der Flüssigkeit mit *indifferenten Substanzen* wirkt wasserentziehend, sowie auf den Stoffwechsel und hierdurch auch auf die Cilienbewegungen verlangsamend.

Säuren bewirken in kleinsten Dosen anfangs beschleunigte, dann verlangsamte Wimperbewegungen; bei grossen Gaben schrumpft das Protoplasma rasch zusammen und die Protisten sterben ab.

In *Alkalien* quillt das Protoplasma rasch auf und zerfliesst; in Folge dessen genügen die kleinsten Dosen, um die Cilienbewegungen zu sistiren.

Alcohol in kleineren Dosen beschleunigt zunächst die Wimperbewegungen, dann stellen sich Rotationen ein, die Flimmerbewegung wird langsamer, steht endlich ganz still; die Protisten quellen auf und sterben ab.

Kleinere Dosen von *Alkaloïden* rufen Rotationen hervor, worauf die Cilienbewegung nachlässt, und schliesslich der ganze Körper zerfliesst.

Auf stärkere *elektrische Ströme* zerfliesst das Protoplasma schnell; mittelstarke Ströme wirken auf die Cilien tetanisirend, schwache Ströme verursachen anfangs beschleunigte Flimmerbewegungen, dann Rotationen, worauf die Bewegung träger

[1] Op. cit. 31.

wird, das Protoplasma zu quellen anfängt und zum Schluss zerfliesst.[1]

Die Unterschiede der Bewimperung der Infusorien, das heisst die Unterschiede in der Gestalt, Grösse, Anordnung der Cilien etc., welche bei der Unterscheidung der Formen so wichtige Charaktere geben, waren wohl auch den älteren Forschern nicht entgangen: doch ist die mit vielen Schwierigkeiten verbundene genauere, obwohl auch heute noch nicht vollkommene Kenntniss aller dieser Verhältnisse den neueren Forschern, namentlich STEIN zu verdanken, der bekanntlich gerade auf die Verschiedenheit in der Bewimperung seine beinahe allgemein acceptirte und befolgte Eintheilung der Ciliaten in vier Ordnungen, nämlich: *Holotricha, Heterotricha, Hypotricha* und *Peritricha* basirte.[2]

Bei den *Holotrichen* d. h. *ganz mit Cilien bedeckten* Infusorien ist die ganze Körperoberfläche mit gleich feinen, kurzen Cilien bedeckt, welche in longitudinalen oder etwas spiralig gewundenen Reihen angeordnet sind und höchstens in der Nähe des Mundes etwas länger sein können, aber adorale Borstenbogen nicht bilden. Hierher zählt STEIN die folgenden Familien:

1. *Opalinina,** 2. *Trachelina*, 3. *Enchelina*, 4. *Parameciina (a. Leucophryina, b. Paramecina s. str.)* 5. *Cinetochilina.*

Die *Heterotrichen* oder *verschieden bewimperten* Ciliaten sind mit den Vorigen darin übereinstimmend, dass auch bei diesen die ganze Körperoberfläche mit feinen kurzen Cilien bedeckt ist, welche gleichfalls regelmässig longitudinale Reihen bilden. Neben diesen sind aber auch stärkere Cilien vorhanden, welche einen Bogen oder einen spiralig gewundenen Kranz beschreiben; dies sind die sogen. *adoralen Wimpern*, welche das *Peristom* einsäumen und zusammen die *adorale Wimperzone* bilden. Hierher gehören die folgenden Familien:

1. *Bursarina*, 2. *Stentorina*, 3. *Spirostomea.*

Bei den *Hypotrichen* oder *unten bewimperten Ciliaten* besteht ein scharfer Unterschied zwischen Rücken- und Bauchseite. Entweder ist blos die letztere mit denen der Holotrichen ähnlichen, feinen Cilien, oder mit in gewissen regelmässigen Linien und Gruppen angeordneten Borsten, Haken oder Stielen bedeckt; letztere werden auch noch durch eine, jener der Heterotrichen ähnliche entsprechende adorale Wimperzone (richtiger nach STERKI Lamellenzone) charakterisirt. Diese Ordnung umfasst folgende Familien:

1. *Peritromina*, 2. *Chlamydodonta*, 3. *Erviliina*, 4. *Aspidiscina*, 5. *Euplotina*, 6. *Oxytrichina.*

Die *Peritrichen* oder *mit Wimperkranz versehenen Ciliaten* haben einen stets blos partiell mit Cilien bedeckten cylindrischen oder spindelförmigen Leib. Die meist langen, nicht selten borstenartigen Cilien bilden theils einen die Längsachse des Körpers rechtwinkelig schneidenden geschlossenen Ring, theils einen das Peristom einsäumenden, spiralig gewundenen Gürtel, wozu noch zuweilen einzelne zerstreute Cilien oder Büschel von solchen kommen. Diese Ordnung hält STEIN für die höchste und zählt hierher die folgenden Familien:

1. *Halterina*, 2. *Tintinnodea*, 3. *Cyclodinea*, 4. *Gyrocorida*, 5. *Urceolarina*, 6. *Vorticellina*, 7. *Ophrydina*, 8. *Spirochonina*, 9. *Ophryoscolecina.*

Die systematologische Bedeutung und Verwendbarkeit der Bewimperung war übrigens schon von DUJARDIN erkannt worden, wie dies aus dessen oben mitgetheiltem System ersichtlich ist; und auch CLAPARÈDE und LACHMANN haben bei den von ihnen aufgestellten 10 Ciliaten-Familien auf die Bewimperung grosses Gewicht gelegt.

Die Tentakeln der Acinetinen.

Während man in den Pseudopodien, Geisseln und Cilien, so sehr sie auch von einander abweichen mögen, homologe Gebilde erkennen kann, sind die *Tentakeln, (Arme, Fühlborsten, Saugfäden, Saugröhren, Saugfüsse, Suçoirs setiformes)* der Suctorien, oder im weiteren Sinn genommenen *Acinetinen* (zu welchen auch die sogenannten acinetenförmigen Embryonen der mit Mund versehenen Ciliaten zu rechnen sind) von den fadenförmigen Pseudopodien, Geisseln und Cilien in mehreren Beziehungen so wesentlich verschieden, dass sie kaum als mit diesen homologe Gebilde können angesprochen werden. STEIN bekennt sich zwar zu der Auffassung, dass diese vorstreckbaren und retractilen Fäden den Pseudopodien der Rhizopoden, namentlich der *Actinophryen* am nächsten stehen,[1] und auch nach HAECKEL

[1] Op. cit. 57—59.

[2] I. 72 und II. 168.

* In neuerer Zeit wies STEIN, wie bereits oben hervorgehoben wurde, den *Opalinenen* ihren natürlichen Platz neben den *Acinetinen* an.

[1] I. 74.

wären sie nichts weiter, als aus dem Protoplasma ausgehende starre Pseudopodien, die «keinen höheren morphologischen Werth haben, als ähnliche (?) Fortsätze anderer Zellen»; [1] derselben Ansicht huldigen auch KÖLLIKER, CARUS, CLAUS, sowie auch GEGENBAUR, und nach Letzterem wären Tentakeln und Cilien als verschiedene, aber doch in einander übergehende Bildungen anzusehen, und erstere auf einer niedereren Entwickelungsstufe stehende pseudopodienartige Fortsätze: [2] indessen wird die Homologie bei Berücksichtigung der feineren Structur der Tentakeln und deren gebührender Würdigung zum grossen Theil ausgeschlossen und eher die Ansicht von CLAPARÈDE und LACHMANN begünstigt, wonach die Tentakeln der Acinetinen von den Pseudopodien der Rhizopoden sehr wesentlich verschiedene, ganz eigenartige Organe wären,[3] zu welcher Ansicht in neuerer Zeit R. HERTWIG,[4] FRAIPONT [5] und andere Forscher zurückkehrten.

Pseudopodien und Cilien sind compacte Fortsätze, die Tentakeln der *Acinetinen* dagegen röhrenförmige Fäden, durch deren feinen Achsenkanal — wie dies von LACHMANN zuerst nachgewiesen und von allen späteren Beobachtern bestätigt wurde — das Plasma der ergriffenen Beute in das Innere der *Acinetine* hinüber strömt. Dieser Kanal öffnet sich in dem am freien Ende des Fühlers zumeist vorhandenen kugel- oder scheibenförmigen Saugnäpfchen, welche Oeffnung von ZENKER bei den relativ sehr starken Tentakeln der an Cyclopen schmarotzenden *Acineta Ferrum equinum* sehr deutlich unterschieden wurde; [6] auch kann sich diese Oeffnung nach CLAPARÈDE und LACHMANN bei der marinen *Podophrya Trold* zu einem förmlichen Mund erweitern, mit welchem diese *Acinetine* Infusorien von relativ stattlicher Grösse zu verschlingen im Stande ist; dasselbe habe ich bei der mit *Acineta tuberosa* für identisch gehaltenen Salzwasser-Acinetine beobachtet.[7]

[1] Zur Morphologie der Infusorien. 524.

[2] Grundzüge der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. (1870) 93.

[3] I. 39.

[4] Ueber Podophrya gemmipara. 57.

[5] Recherches sur les Acinetines de la côte d'Ostende. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique 2. ser. Bd. 45. (1878) S. 489.

[6] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 313.

[7] Természetrajzi Füzetek. Bd. II, Hft 4 (1878) 256.

Die Tentakeln werden durch ein feines, structurloses, überaus dehnbares Häutchen umhüllt, welches sich nach STEIN und HERTWIG nicht unmittelbar in die allgemeine Körperdecke fortsetzt; im Gegentheil ist die letztere zum Durchtritt der Tentakeln mit feinen Oeffnungen versehen. Dieses Häutchen wird von einer farblosen hyalinen Plasmaschicht ausgekleidet, welche einen feinen Centralkanal offen lässt und deren Substanz von HERTWIG gewiss mit Recht als mit der der Myophanfasern übereinstimmend angesehen wird. Dass aber die hyaline structurlose Substanz der Tentakeln aus longitudinalen und ringförmigen Muskelfasern zusammengesetzt wäre, wie ZENKER behauptet,[1] kann auf keine directe Beobachtung gestützt werden. Allerdings können sich die Tentakeln, insbesondere beim Lauern auf Beute, wenn Infusorien in ihren Bereich gelangen, mit grosser Geschwindigkeit, häufig auf wirklich erstaunliche Längen ausstrecken und sich nicht minder rasch verkürzen, wobei sie sich, wie die Stiele der *Vorticellinen*, korkzieherartig zusammenwinden; doch würde man die ringförmigen Streck-, sowie die bei der Verkürzung thätigen longitudinalen Fasern eben so vergebens suchen, als ringförmige Fasern im Stiel der *Vorticellinen;* es ist viel wahrscheinlicher, dass die Arbeit der von ZENKER als sehr complicirt aufgefassten Muskulatur nur theilweise durch die Rindenschicht der Tentakeln verrichtet wird, nämlich wie von den Myophanfasern, blos die Contraction, während die Streckung durch Contractionen des Acinetenleibes selbst ausgeführt wird, wodurch die Tentakeln gleichsam hervorgetrieben werden. Beim Aufhören der durch die Körpercontraction hervorgerufenen Spannung werden sich dann die Fühler entweder langsam contrahiren und verkürzen, oder aber bei plötzlichem Aufhören der Spannung in Folge der eigenen Elasticität, wie der Stiel der *Vorticellen* zusammenschnellen.

Nach STEIN sollen die Tentakeln der *Acinetinen* von der äusseren oberflächlichen Körperschicht ausgehen, er betrachtet dieselben mithin als Differenzirungen, an welchen blos das Ectoplasma betheiligt ist. Dagegen hat HERTWIG nachgewiesen, dass sich die Tentakeln beim Saugen, entlang der Bahn, auf welcher das Protoplasma der Beute in das Innere der *Acinetinen* strömt, weit, beinahe bis zur Körpermitte verfolgen lassen. Das Vorhandensein der

[1] Op. cit. 314.

inneren Fortsetzung der Tentakeln wurde von KOCH,[1] MAUPAS,[2] und FRAIPONT[3] bestätigt, und ich selbst habe bei Beschreibung der Salzwasser-Acinete * hervorgehoben, dass ich dieselbe bei zahlreichen *Acineten* zu unterscheiden vermochte,[4] und gleichzeitig der Ansicht Ausdruck gegeben, dass sich nicht die Tentakeln im Ganzen in das Leibesinnere fortsetzen, sondern dass die fraglichen Gebilde von den Basalenden der Tentakeln ausgehende radiäre Fäden (und nicht, wie die Tentakeln selbst Röhren) darstellen, welche sich mit den Achsenfäden der Pseudopodien der Heliozoën vergleichen lassen und gleichsam Schienen bilden, auf welchen die beim Saugen aufgenommene Nahrung fortgleitet.

Von HERTWIG werden bei *Podophrya gemmipara* zweierlei Tentakeln unterschieden, nämlich: lange, spitz endigende *Fangfäden,* welche sich beim Zurückziehen spiralig winden; ferner kürzere mit Saugnäpfchen endigende und sich nicht spiralig windende *Saugfäden;* jene sind zum Ergreifen, diese zum Aussaugen der Beute bestimmt; auch hält HERTWIG diesen, auf Form und Function der Tentakeln bezüglichen Unterschied für die Tentakeln sämmtlicher Acinetinen für giltig. Aehnliche zweierlei Tentakeln beobachteten ferner KOCH bei *Podophrya pusilla,* und FRAIPONT bei *P. Benedeni,*[1] während bei vielen anderen, von letzterem Forscher untersuchten *Acinetinen* keine besonderen Saug- und Fangfäden vorkommen; die Verallgemeinerung scheint daher beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht für gerechtfertigt.

Aus dem Angeführten geht zur Genüge hervor, dass den Tentakeln oder Saugfäden eine wesentlich andere Structur eigen ist, als den Pseudopodien und Cilien, demnach wird die Ansicht von CLAPARÈDE und LACHMANN, wonach die Tentakeln ganz eigenthümliche, mit den Pseudopodien und Cilien nicht homologe Gebilde sind, als berechtigt anzunehmen sein.

Empfindung und Differenzirungen, welche zur Vermittlung derselben dienen.

Dass sich die Protisten gegen verschiedene äussere Eindrücke nicht indifferent verhalten, auf dieselben vielmehr häufig sehr auffallend reagiren, ist eine jedem Forscher bekannte Thatsache. Gewisse Protisten suchen das Licht auf; wird das Wasser, in welchem sie sich aufhalten, aufgerührt, so werden sie sich binnen kurzer Zeit an der am besten beleuchteten Stelle des Gefässes versammeln; wenn man nun das Gefäss wendet, wodurch sie in Schatten gerathen, so werden sie ihren Platz verlassen und binnen Kurzem wieder die hellste Stelle gefunden haben. Andere Protisten hingegen ziehen sich in den Bodenschlamm oder in den von Blättern oder anderen Gegenständen geworfenen Schatten. Entoparasiten fühlen sich im durchfallenden Licht des Objectträgers sichtbar unbehaglich und trachten sich hastig aus der grellen Lichtsphäre zu retten, wobei sie, durch den ungewohnten Reiz wie betäubt, eine Zeit lang ganz zwecklose Bewegungen ausführen, rennen, wie blind, an einander an, drängen sich herum, wie dies z. B. an *Opalinen, Balantidien, Nycotheren* und *Trichomonaden* aus der Kloake der Frösche beobachtet werden kann. Wie sehr die Protisten durch das grelle Licht, ausserdem aber im verdunstenden Tropfen gewiss auch noch durch die steigende Concentration der Salze, den Druck des Deckgläschens und die Infection des Tropfens mit irrespirablen Gasen belästigt werden, wird am besten

[1] Zwei Acineten auf Plumularia setacea, Ellis. (1876) 4. Vergl. FRAIPONT.

[2] Sur la Podophrya fixa. Arch. de Zoologie exper. et génér. V. 416.

[3] Op. cit. 250.

* Bei der Beschreibung der von mir in Szamosfalva gefundenen und mit *Acineta tuberosa* für identisch gehaltenen *Acinetine* that ich der um die *A. tuberosa* herrschenden Confusion Erwähnung. Die von EHRENBERG gebotene Abbildung und Beschreibung sind sehr mangelhaft und ich stützte mich auf die STEIN'schen Beschreibung und Abbildungen, als ich die erwähnte, von der STEIN'schen Ostsee-Acinete gewiss nicht verschiedene Salzwasser-Acinete mit der *A. tuberosa* für identisch hielt. Seither hat FRAPONT die in Ostende untersuchte echte *Acineta tuberosa* sehr genau beschrieben (Op. cit. S. 247 Taf. III.); dieselbe ist von der von STEIN und von mir beschriebenen *Acinete* darin verschieden, dass der dünne schlanke Stiel mindestens die Länge des Körpers besitzt, meist aber 3—4-mal so lang ist, während die Ostsee- und Szamosfalvaer *Acinete* einen viel kürzeren und dickeren Stiel besitzt; ein fernerer Unterschied liegt darin, dass die für den Leib der Acinete so charakteristischen ringförmigen Einschnürungen der echten *A. tuberosa* ganz abgehen. In neuester Zeit hat endlich MAUPAS die STEIN'sche Acinete von den Brétagner und Algirischen Küsten unter dem Namen *Acineta foetida* beschrieben (Contribution à l'étude des Acinétiens. Arch. de Zool. expér. IX. (1881) 315).

[4] Op. cit. 250,

[1] Op. cit.

dadurch bewiesen, dass dieselben sich binnen kurzer Zeit alle am Rand des Tropfens versammeln, und beim Beobachten von *Vorticellinen* wird man häufig genug mit Aerger wahrnehmen, wie dieselben, der unangenehmen Reize überdrüssig, ihren hinteren Cilienkranz entwickeln, sich vom Stiel lösen und aus dem Sehfeld flüchten. Die *Rhizopoden* ziehen ihre Pseudopodien auf unzarte Berührungen ein; zahlreiche *Flagellaten* sieht man unter solchen Umständen sich contrahiren, die zu raschen Contractionen befähigten *Ciliaten* zusammenschnellen, die Hülsen bewohnenden Protisten sich vorsichtig in die Hülse zurückziehen, sowie denn alle der drohenden Gefahr, wenn anders nicht möglich, durch Ortsveränderungen zu entgehen bestrebt sind. Bei steigender Temperatur werden die Bewegungen der Protisten lebhafter, bei sinkender aber träger. Nach den Untersuchungen von Kühne sind die *Amoeben* und *Ciliaten* gegen electrische Reize gerade so empfindlich, wie die höheren Thiere. Bei Aufnahme der Nahrung benehmen sich die Protisten gerade so wie Thiere; einige fressen alles Mögliche auf, andere sind dagegen wählerisch und nehmen nur eine gewisse Nahrung, sind demgemäss auch im Stande die zur Nahrung geeigneten Gegenstände sehr wohl und mit staunenswerther Geschwindigkeit zu unterscheiden. Als Beispiel mögen jene Ciliaten dienen, welche ihre Nahrung durch die Thätigkeit ihrer adoralen Cilien in den Mund strudeln: gelangen bei diesen ungeniessbare Gegenstände in den Strudel, so stellt das Infusorium das wirbelnde Spiel der Cilien ein, oder gibt diesem eine Richtung, wodurch der Fremdkörper aus dem zum Mund führenden Strudel hinausgeschleudert wird, oder endlich wird der Fremdkörper mittelst der undulirenden Membran unmittelbar vom Munde weggeschleudert. All diese Thatsachen, welche nach Belieben vermehrt werden könnten, lassen weiter keinen Zweifel darüber, dass die Protisten fühlen, und es tritt die Frage in den Vordergrund, ob dieselben für Leitung und Verarbeitung der Reize mit eigenen Organen, d. i. einem Nervensystem versehen und mit Sinnesorganen ausgestattet sind?

Die erste Frage muss, insofern von einem besonderen Nervensystem die Rede ist, beim heutigen Stand der Wissenschaft entschieden verneint werden. Ehrenberg, der das Princip von der gleich hohen Organisation des gesammten Thierreichs lehrte, musste sich diesem Princip gemäss auch bei den Protisten ein Nervensystem vorstellen, dessen Centralorgan er in der Form eines unparen Markknotens bei zwei Flagellaten, *Euglena (Phacus) longicaudata* und *Amblyophis viridis* unterhalb des rothen Augenflecks[1] auch gefunden zu haben vermeinte. Dieses, als «Markknoten» angesprochene Organ, auf welchem der Augenfleck so zu sitzen scheint, wie die Augenflecke der Cyclopen, Daphnien oder Rotatorien auf dem Gehirnganglion, ist nach Focke, Claparède und Lachmann,[3] sowie nach Stein thatsächlich vorhanden; jedoch ist Claparède und Lachmann über die physiologische Aufgabe dieses Organs nichts bekannt, Stein hingegen hielt dasselbe früher für ein fettartiges Gebilde,[4] nach neueren Untersuchungen aber, welche ihn von der Richtigkeit der von Carter bereits im Jahre 1856 gemachten Angabe überzeugten, für eine pulsirende Vacuole,[5] welche Erklärung ich nach eigenen Untersuchungen für ganz richtig halte. Nachdem der imaginäre «Markknoten» solcher Weise auf seinen wahren Werth reducirt war, mussten die übrigen das Nervensystem der Protisten betreffenden Ehrenberg'schen Hypothesen, welche Alles in Allem auf den bei Euglena und Amblyophis entdeckten Markknoten basirten, natürlich von selbst in Trümmer fallen. Es ist demnach ein für Nervensystem zu haltendes specielles Organ heutiges Tages bei keinem einzigen Protisten bekannt, und obschon man keinerlei Ursache hat an deren Sensibilität zu zweifeln, so wird man doch nicht zur Annahme irgend eines bisher noch unbekannten differencirten Nervensystems seine Zuflucht nehmen. Auf eine solche Hypothese sind wir gar nicht angewiesen, giebt es ja doch auch aus Zellen zusammengesetzte Thiere ohne Nervensystem, bei welchen die Function der Nervenzellen durch die Ectodermzellen erfüllt wird, — ein Verhalten, welches namentlich den Dicyemiden und Orthonectiden eigen ist. Wenn also auch aus Zellen zusammengesetzte Thiere existiren, bei welchen das Nervensystem durch die oberflächliche Körperschicht (aus welcher, wie bekannt, bei den mit einem centralen Nervensystem ausgestatteten Thieren im Lauf der Ontogenese das Centrale Nervensystem sich differenzirt) ersetzt wird: ist es da nicht schon a priori wahrscheinlich, dass auch die

[1] 105.

[2] Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. Bremen (1854) 60. Erklärung zu Taf. IV. Fig. 21.

[3] I. 57.

[4] J. V. Carus, Icones zootomicæ. 1857. Taf. I. Fig. 11.

[5] I. 91 und III. 144.

einzelligen Wesen kein besonderes Nervensystem besitzen, sondern dass es hauptsächlich das die oberflächliche Körperschicht bildende Ectoplasma ist, welches — wie FRAIPONT[1] mit Recht bemerkt, dem Ectoderm der Thiere entsprechend — Reize aufzunehmen, zu verarbeiten und die Function der einzelnen Organe dirigirende Reize zu wecken vermag, welche dann ohne alle differenzirte Nerven, blos durch das Protoplasma fortgeleitet werden?* Bei den mit Mundöffnung versehenen Protisten wird es durch die ziemlich complicirte Function der in der Umgebung des Mundes gelegenen wichtigen Organe, sowie die in den meisten Fällen in der Richtung des ovalen Körperendes erfolgende Locomotion höchst wahrscheinlich, dass die den Mund umgebenden und im vorderen Körperende gelegenen Protoplasmatheile in hervorragender Weise die Functionen eines Nervencentrums verrichten, ohne zu besonderen Nervenganglien differenzirt zu sein.

ROSSBACH nimmt bei den Infusorien eigene Centren als Regulatoren der Bewegungen an, hebt aber ausdrücklich hervor, dass er damit nicht gesagt haben will, das gewisse Gebilde (z. B. die Kerne) die Bedeutung solcher Centren hätten — obschon er auch das nicht für unmöglich hielte — sondern blos so viel, dass die verschiedenen Protoplasmapartien verschiedene Rollen spielen und von verschiedener Sensibilität sind.[1] Für diese Annahme spricht sehr überzeugend der Umstand, dass die nämlichen physikalischen und chemischen Reize auf Cilien einerseits, und pulsirende Vacuolen andererseits von ganz verschiedener Wirkung sind; während z. B. gewisse Reize beschleunigte Wimperbewegungen hervorrufen, werden die Pulsationen der Vacuolen verlangsamt und vice versa, ja die letzteren können sogar bei Infusorien, welche durch gewisse Reize tetanisirt wurden, in ungestörtem Rhythmus weiter pulsiren. Für alldies gibt es thatsächlich keine andere Erklärung, als dass die Function der Cilien und der pulsirenden Vacuolen von verschiedenen Centren aus beherrscht wird. Das Centrum der Cilienbewegungen könnte hinsichtlich seiner Function, wenn der Vergleich erlaubt ist, einigermassen mit jenen Theilen des Gehirns verglichen werden, von welchen aus die die Locomotion bedingende zweckmässige Muskelthätigkeit regulirt wird. Sowie dieser Coordinator der Locomotionsbewegungen — wie FLOURENS diesen bei den höheren Vertebraten bekanntermassen durch das Kleinhirn repräsentirten Theil des Centralorgans nennt — zerstört, durch Alcohol oder Alcaloide vergiftet wird, treten anstatt der zweckmässigen Locomotionsbewegungen rasche Drehungen um die eigene Achse oder ein ganz unzweckmässiges Herumtaumeln auf; in der nämlichen Weise geht bei Einwirkung hoher Temperaturen, von Alcohol oder Alcaloïden auf das hypothetische Centrum der Wimperbewegungen, nach den Untersuchungen von ROSSBACH, auch den Infusorien die Steuerungsfähigkeit verloren, und statt zweckmässiger Bewegungen verrichten sie rasende Achsendrehungen. Die totale Unzweckmässigkeit dieser Bewegungen lässt hier wie dort schliessen, dass alle Einwirkungen, welche zu unzweckmässigen Bewegungen führen, zuerst auf das Centrum der zweckmässig coordinirten Bewegungen lähmend eingewirkt haben mussten.

Den zweiten Theil der Frage, nämlich das Vorhandensein von Sinnesorganen bei den Protisten be-

[1] Op. cit. 504.

* HUXLEY sagt in seiner Abhandlung über die Grenzzone des Thier- und Pflanzenreichs (ins Ungarische übertragen von GÉZA HORVÁTH, Természettudományi Közlöny. Bd. IX. Hft 89 und 90. 1877) vom Nervensystem der niedersten Lebewesen Folgendes: «Die neueren Untersuchungen über die Structur des Nervensystems der Thiere weisen alle darauf hin, dass die niedersten Elemente des Nervengewebes nicht, wie man bisher glaubte, durch die Nervenfasern gebildet werden. Jede Nervenfaser scheint aus zahlreichen, unendlich feinen Fäden zu bestehen, welche so dünn sind, dass der Durchmesser nicht einmal mit den heutigen so sehr vervollkommneten Mikroskopen deutlich wahrgenommen werden kann. Jeder Nerv ist in der That nichts anders, als ein eigenthümlich veränderter Protoplasmafaden, welcher je zwei Punkte im Organismus verbindet und mittelst welchem diese zwei Punkte auf einander einwirken können. Hieraus ist leicht einzusehen, dass auch die allereinfachsten Lebewesen ein Nervensystem besitzen können. Hiernach würde auch die Frage, ob die Pflanzen mit Nervensystemen versehen sind oder nicht, in einem ganz neuen Licht erscheinen und Histologen und Physiologen als ein so überaus schweres Problem entgegentreten, an dessen Lösung nur von einem ganz neuen Standpunkt ausgehend und nach Creirung ganz neuer Methoden geschritten werden könnte... Wir sind sogar gezwungen die Möglichkeit anzunehmen, dass fernere Forschungen vielleicht auch bei den Pflanzen die Spuren irgend einer Art Nervensystem aufdecken werden.» — Was hier der berühmte englische Naturforscher von dem bei den Pflanzen nicht undenkbaren Nervensystem sagt, steht, meines Erachtens, mit den obigen Ausführungen nicht nur nicht im Widerspruch, sondern sogar in vollem Einklang.

[1] Op. cit. 62—63.

treffend, wird unsere Antwort nicht gänzlich verneinend ausfallen; es können sogar bei den gegenwärtigen Kenntnissen der Organisation der Protisten einigen Protisten mit einer gewissen Berechtigung primitive Sinnesorgane zugesprochen werden.

Zur Perception der thermischen Reize und des Druckes ist, wie bei Thieren mit weicher Körperbedeckung, gewiss auch bei den Protisten die ganze Oberfläche geeignet, insofern dieselbe nicht von einer harten Schale oder einem Panzer bedeckt wird. Diese Fähigkeit kommt zweifelsohne in hervorragendem Maasse den Körperanhängen der Protisten, den Pseudopodien, Geisseln, Cilien, den bei den Ciliaten häufig angetroffenen hals- und rüsselartigen beweglichen Körpertheilen, sowie bei den *Acinetinen* den Tentakeln zu. Die bei manchen Ciliaten unter den übrigen Cilien hervorragenden oder in gewissen Körperregionen angeordneten feinen starren Borsten haben ganz die nämliche Bedeutung, wie Tastborsten. Die sogenannten Trichocysten oder stäbchenförmigen Körperchen scheinen gleichfalls in hervorragender Weise befähigt, Druckreize fortzuleiten und der von Stein denselben verliehene Name «Tastkörperchen» ist mithin nicht ganz unberechtigt. Dass übrigens die Protisten mit einem äusserst feinen Tastgefühl versehen sind, kann aus dem lebhaften Reagiren auf Berührungen mit Fremdkörpern bestimmt gefolgert werden, und gerade diese Sensibilität ist es, welche selbst den Flagellaten, die mit den niederen Pflanzen in so innigem und unzertrennlichem Zusammenhang stehen, einen so hervorragenden animalischen Stempel aufprägt.

Den Druckreizen am nächsten stehen gewiss die durch Schallwellen hervorgerufenen Reize, und es lässt sich die Möglichkeit nicht leugnen, dass die Pseudopodien und Cilien die Schallwellen dem sensiblen Protoplasma mittheilen können, sowie dass der Schall auch durch die Kieselnadeln der *Radiolarien* (wie durch die spicula der Spongien und Anthozoen) auf das Protoplasma übertragen werden können. Alldies, worauf zuerst von *Jäger* hingewiesen wurde,[1] kann nicht für unmöglich gehalten werden; man kann die Protisten allerdings für Schallwellen empfindlich halten, ohne — in Ermangelung positiver Daten — zugleich auch die auf die möglichkeit der obigen Verhältnisse gegründete Kühne Behauptung zu acceptiren, welche Jäger in folgenden Worten ausdrückt: «Wir können mithin ganz gut sagen: Wenn ein Wurzelfüsser alle seine Wurzelfüsse voll entfaltet hat, so befindet er sich im Zustand einer beträchtlich gesteigerten Schallempfindlichkeit, also gleichsam in lauschender Haltung.»[1]

Johannes Müller entdeckte i. J. 1856 bei *Loxodes Rostrum* ganz eigenthümliche Körperchen,[2] welche ihrem Bau nach als Sinnesorgane imponiren und namentlich mit den bei einigen Turbellarien (z. B. bei mehreren Monocelis-, Convoluta- und Macrostomum-Arten) vorkommenden und von den Forschern bald als Augen (Oersted, O. Schmitz), bald wieder als Gehörbläschen (Frey und Leuckart, M. Schultze, Claparède) angesprochenen Organen scheinbar vollkommen übereinstimmen. Diese auch von Claparède und Lachmann sowie von Stein, neuerdings aber von Wrzesniowski[3] bestätigten Gebilde kommen bei dem angeführten Ciliat längs des rechtseitigen Körperrandes in wechselnder Zahl vor und bestehen aus kugeligen Bläschen, welche je ein stark lichtbrechendes Kügelchen einschliessen; sie gleichen mithin vollkommen den Gehörbläschen, welche einen grossen Otolithen enthalten. Die nämlichen Gebilde haben Stein und Engelmann bei den *Oxytrichinen* beschrieben, wo dieselben bald unregelmässig zerstreut, bald an den beiden Körperseiten in je einer Reihe angeordnet, bald wieder an beiden Körperenden, von dunklen Körnchen umgeben, einzeln angetroffen werden; letzteres gilt namentlich von *Oxytricha pellionella.* So sehr aber auch diese hellen Bläschen mit dem otolithenähnlichen Inhalt — der wie Engelmann bemerkt, einem wirklichen Otolithen gleich meist zitternde Schwingungen zeigt — den Gehörbläschen niederer Thiere ähnlich sehen mögen, so bleibt die Aehnlichkeit doch nur eine oberflächliche, da keine einzige Beobachtung für die Bedeutung dieser Bläschen als Gehörorgane spricht; Stein sieht darin auch nichts weiter als in Auflösung begriffene Fettkügelchen, deren häller Hof — das Bläschen — dadurch zu Stande kommt, dass das aufgelöste Fett sich nicht sofort mit dem umgebenden Protoplasma vermischt, sondern um das stetig kleiner werdende Kügelchen sich anhäuft.[4] Diese Ansicht

[1] Die Organanfänge. Kosmos. Zeitschr. f. einheitl. Weltanschauung. I. Jg. 3. H. (1877) 202.

[1] Ibidem.

[2] Beobachtungen über Infusorien etc. AMA. XX. (1870) 493.

[3] Vgl. Clap. et Lachm. II. 342.

[4] I. 68.

wird auch von ENGELMANN getheilt,[1] während WRZESNIOWSKI aus dem Verhalten, welches die in den Bläschen von *Loxodes Rostrum* enthaltenen Kugeln den Reagentien gegenüber bekunden (leichte Löslichkeit in Säuren ohne Aufbrausen) folgert, dass dieselben nicht aus Fett bestehen, sondern mit den kleineren stark lichtbrechenden Körperchen übereinstimmen, welche bei Infusorien an den Körperenden sich anzuhäufen pflegen und von STEIN für Harnconcremente angesprochen werden.[2]

Wenn irgendwo, so ist gewiss bei der Feststellung des physiologischen Werthes der Körpertheile der Protisten die grösste Vorsicht am Platze; ein überstürztes Urtheil führt mit seinen Consequenzen in ein Labyrinth von Irrthümern. Wie leicht wäre es z. B. auf Grund des Baues nicht nur die obigen Gebilde für Gehörbläschen anzusprechen, sondern auch noch jene Bläschen, welche sich am Ende von Closterien befinden, über welche sich FREY und LEUCKART, bei Besprechung der Sinnesorgane der Protozoën, folgenderweise äussern: «Falls sich die, allerdings sehr zu bezweifelnde, thierische Natur der Closterien noch ergeben sollte, so könnte man vielleicht mit grösserem Rechte in der kleinen runden Blase, welche an den Spitzen des Körpers dieser Thiere liegt und eine Menge von Körnchen enthält, ein Gehörorgan sehen. Wenigstens kommen die Bewegungen seiner Körnchen ganz mit den Oscillationen der Otolithen der Gasteropoden überein, wie denn auch das Ganze einer verkleinerten Gehörkapsel dieser letzteren Thiere sehr gleicht.»[3]

Dem von LIEBERKÜHN bei *Ophryoglena flavicans* und *Bursaria flava (=Panophrys flava Duj)* neben dem Mund entdeckten uhrglasförmigen compacten Gebilde,[4] welches aus einer das Licht stark brechenden Substanz besteht, und nach CLAPARÈDE und LACHMANN mit grosser Wahrscheinlichkeit als ein Sinnesorgan angesprochen werden kann, obschon nicht zu entscheiden ist, ob es zum Sehen, Schmecken oder Riechen dient,[5] kommt nach STEIN die Bedeutung eines Sinnesorganes gleichfalls nicht zu, sondern scheint, aus den optischen Eigenschaften zu schliessen, eigenthümlich geformtes Fettklümpchen zu sein.[1] Vielleicht sind auch diese uhrglasförmigen Gebilde nichts weiter als Harnconcremente, wenigstens ist bei *Metopus sigmoides* und *Gyrocorys oxyura* im vorderen Körperende, wie auch STEIN hervorhebt,[2] je ein solches uhrglasförmiges Gebilde, gerade so wie bei *Oxytricha pellionella* das kugelhaltige Bläschen, von zahlreichen winzigen, im durchfellenden Licht schwarz, bei Beleuchtung von oben aber kreideweiss erscheinenden Körnchen umgeben, welche mit den von STEIN bei den *Paramecien* für Harnconcremente angesprochenen Körnchen übereinstimmen.[3]

Dass die Protisten sämmtlich, wenn auch nicht sehen, so doch das Licht empfinden kann, wie bereits oben erwähnt, aus deren Verhalten bei verschiedengradiger Beleuchtung gefolgert werden. «Das Sehen beschränkt sich hier wohl nur auf Unterscheidung von Licht und Dunkel, was ohne einen besonderen optischen Apparat von der ganzen Körperoberfläche empfunden werden kann.»[4]

Die ersten Anfänge eines Sehorganes bestehen — wie bekannt — in einer Anhäufung von Pigmentkörnchen, welche vermöge der physikalischen Eigenschaften ihrer dunklen Farbe Lichtstrahlen absorbiren; werden um die durch Absorption von Lichtstrahlen in den dunklen Flecken erregten moleculäre Veränderungen mit dem die Reize verarbeitenden Centralorgan unmittelbar oder durch Vermittlung von Nerven mitgetheilt, so wird eine der Qualität des Reizes entsprechende Lichtempfindung zu Stande kommen. Da aber das Protoplasma oder die Sarcode, wie sie bereits DUJARDIN charakterisirte, ohne Nerven empfindet, d. h. Reize zu verarbeiten im Stande ist, so lässt sich wohl mit Recht folgern, dass vom Protoplasmaleib der Protisten auch der Reiz der absorbirten Lichtstrahlen in Empfindung umgesetzt werde.

Durch einfaches Pigment gebildete Flecke, wie sie bei den niedersten Thieren den primitivsten Augen entsprechen und welche ihrer Structur gemäss blos zur Lichtempfindung und nicht zum Sehen dienen können, sind bei einer Gruppe der Protisten, nämlich sowohl bei den chlorophyllhaltigen als den farblosen *Flagellaten* sehr häufig, ja man kann sagen, dass sie nur selten fehlen. Diese *Augenflecke* oder *Stigmen* der *Flagellaten* sind scharf

[1] Zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XI. (1861) 365.
[2] Beobachtungen über Infusorien etc. ZWZ. XX. (1870) 493.
[3] RUD. WAGNER's Lehrbuch der Zootomie. II. Th. Lehrb. d. Anat. d. wirbellosen Th. Bearb. v. H. FREY u. R. LEUCKART. 1847. 607.
[4] Beiträge zur Anat. der Infusorien. AAP. (1856) 22.
[5] I. 57.

[1] I. 68.
[2] II. 333.
[3] I. 68.
[4] SIEBOLD. Vergl. Anat. der wirbellosen Thiere. (1845) 14.

umschriebene, stets unpaare Pigmentanhäufungen von rother Farbe in verschiedenen Tönen und Nuancen, welche am Geisselende des Körpers eine mediane oder randständige Stelle einnehmen, im letzteren Falle etwas über die Körperoberfläche hervorragend. EHRENBERG konnte natürlich nicht im mindesten zögern, diese Stigmen der Flagellaten für Augen zu erklären; diese Auffassung wurde jedoch bereits von DUJARDIN zurückgewiesen und in neuerer Zeit beinahe allgemein verworfen: einerseits darum, weil — wie v. SIEBOLD sagt — dieselben eines lichtbrechenden Körpers entbehren und überhaupt mit einer der Nervenmasse vergleichbaren Substanz nicht in Verbindung stehen;[1] andererseits aber darum, weil — wie STEIN,[2] ferner CLAPARÈDE und LACHMANN[3] hervorheben — mit denen der *Flagellaten* vollkommen übereinstimmende Stigmen auch bei den Schwärmsporen der Algen vorkommen. Den ersteren Einwand betreffend wird es wohl genügen, wenn ich hervorhebe, dass es sich ja, wie bei den einfachen Pigmentflecken zahlreicher niederer Thiere, in erster Reihe nicht um sehende, sondern blos das Lichtempfindende (photoskopische) Augen handelt, wozu die Licht absorbirenden dunklen Stigmen genügen, während die Nervensubstanz bei den des Nervensystems entbehrenden Protisten durch das sensible Protoplasma selbst vertreten werden kann. Indessen erscheint der Augenfleck der *Flagellaten* schon durch die Constanz seiner Stelle und seines Vorkommens von anderer Bedeutung, als die den Gehörbläschen ähnlichen und die uhrglasförmigen Gebilde, welche nicht einmal bei ein und derselben Art constant vorkommen und deren Zahl und Anordnung, zumindest des der Kugeln enthaltenden Blasen, mehr-weniger variirt. Dabei zeigen die Stigmen der *Flagellaten* bei starker Vergrösserung eine Structur, vermöge welcher das Sehen (nicht blos das Lichtempfinden) mittelst dieser Organe auch nicht ganz von der Hand gewiesen werden kann. So wird vom Stigma der *Anthophysa* eine von einer rothen Hülle umgebene, stark lichtbrechende, hyaline Kugel eingeschlossen; die Stigmen des *Volvox*, der *Pandorina* und *Eudorina* enthalten je eine von einer blutrothen Substanz umhüllte glänzende Kugel, welche von der Körperoberfläche etwas hervorragt und hier von einem ringförmigen Saum umgeben wird.

Bei den *Euglenen* endlich bestehen die Stigmen aus zahlreichen stark lichtbrechenden Kügelchen, welche einer blutrothen Substanz eingelagert sind und unter welchen sich dasjenige, welches die Mitte der Gruppe einnimmt, in der Regel durch eine die übrigen übertreffende Grösse auszeichnet, und stimmen — das letztere Verhältniss abgesehen — genau mit jenen Augenflecken überein, welche von M. SCHULTZE bei einigen Turbellarien, namentlich *Vortex balticus*, *V. viridis* und *Macrostomum Hystrix* beschrieben wurden.[1] Die Stigmen der Flagellaten enthalten demnach eine oder mehrere kleine, lichtbrechende Kugeln, und wenn M. SCHULTZE geneigt ist, die stark lichtbrechenden winzigen Kügelchen in den Augenflecken der Turbellarien für Bilder erzeugende Linsen anzusprechen, so könnte wohl dasselbe mit der nämlichen Berechtigung auch von den Kügelchen in den Stigmen der Flagellaten gehalten werden; trotzdem dünkt es mir aber für viel wahrscheinlicher, dass die glänzenden Kügelchen sowohl bei den Turbellarien als bei den Flagellaten als Sammellinsen einfach das Licht zu concentriren bestimmt sind, und dass diese Stigmen, trotz ihrer winzigen Linsen, doch lediglich nur Lichtempfindung und kein Sehen vermitteln.

Auch der andere Einwand vermag, meines Erachtens, einer von jedem Vorurtheil freien objectiven Kritik nicht Stand zu halten. Dass die Stigmen der Schwärmsporen der Algen und der Flagellaten morphologisch vollkommen gleiche Gebilde sind, ist eine unbezweifelbare Thatsache; andererseits ist es Thatsache, dass die Stigmen, vermöge ihres Baues, zur Concentrirung und Absorption der Lichtstrahlen, sowie zur Mittheilung der Lichtreize an das sensible Protoplasma vorzüglich geeignete Differenzirungen des Schwärmsporen- oder Flagellatenleibes sind. Bei diesem Stand der Dinge lautet die der Beantwortung harrende Frage nicht dahin, was ohne Alteration unserer traditionellen Begriffe über Pflanzen möglich sei, sondern ob die mit photoskopischen Organen ausgestatteten Schwärmer und Flagellaten das Licht empfinden oder nicht? Bei der Uebereinstimmung sämmtlicher einschlägiger Beobachtungen kann die Antwort nicht anders lauten, als dass die-

[1] Lehrb. der vergl. Anat. d. wirbellosen Thiere. 14.
[2] I. 65.
[3] I. 57.

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald (1851) 25.

selben das Licht in der That und sehr lebhaft empfinden, und gestützt auf diesen entscheidenden Thatbestand, kann mit HAECKEL mit vollkommener Berechtigung behauptet werden, dass bei den Flagellaten durch den Pigmentfleck Lichtempfindungen vermittelt werden,[1] sowie auch die Richtigkeit jener Vermuthung von PAGENSTECHER bestätigt werden, dass bei den Euglenen, welche sich dem Licht zu bewegen, die zur Vorwärtsbewegung nöthigen Vorgänge durch den Augenfleck eingeleitet werden.[2]

Was aber von dem Werth des Augenflecks der mit den Algen, wie oben ausgeführt, im innigsten Zusammenhang stehenden grünen *Flagellaten* gilt, dasselbe muss auch von den in den Entwickelungskreis der Algen gehörigen *Flagellaten*, nämlich den Schwärmsporen und deren rothem Augenfleck gelten. Es sei hier nochmals betont, dass es sich nicht um ein Auge handelt, welches sieht, sondern um einen umschriebenen Fleck im Körper des Schwärmers, welcher vermöge seines Baues mehr befähigt ist Licht zu absorbiren, als die übrigen Partieen der Zelle, und welcher die durch die absorbirten Strahlen erweckten Reize dem sensiblen Protoplasma mittheilt. Das Vorkommen solcher zur Vermittlung der Lichtempfindungen bestimmter nachweisbarer Organe bei den für Licht so sehr empfindlichen Schwärmsporen kann, meiner Auffassung nach, heut zu Tage keinen Anstoss mehr erregen; sind ja doch die Geisseln oder Cilien, sowie die pulsirenden Vacuolen der Schwärmsporen ebenfalls solche Differenzirungen, welche noch vor einigen Decennien bei Pflanzen gerade so unglaublich erschienen — die pulsirenden Vacuolen werden sogar, wie oben dargegelegt wurde, von STEIN auch heute noch, obschon ohne Zweifel ganz unrichtig, für animalische Charaktere angesprochen — als das, dass die Pflanzen zur Empfindung des Lichtes, eines der wichtigsten Bedingungen ihres Gedeihens, mit eigenen Organen versehen seien. Die Natur verfolgt — wie GOETHE sagt — ihren eigenen Weg, und was uns als Ausnahme scheint, ist die Regel.

Dass die Stigmen der Algenschwärmer nicht ganz bedeutungslose rothe Punkte sein können, sondern während der Schwärmeperiode gewisse wichtige Aufgaben erfüllen, welche nach vollendetem Schwärmen, sobald die zum Keimen geeignete Stelle gefunden wurda, ihre Lösung gefunden, diesbezüglich will ich nur noch den einen Umstand anführen, dass bei den zur Ruhe gelangten Schwärmern mit den Geisseln auch die rothen Stigmen einer raschen Rückbildung verfallen und verschwinden. Wer nur einmal bei den Schwärmern z. B. einer Ulothrix oder eines Stigeoclonium die während der Keimung sich einstellenden Veränderungen aufmerksam verfolgte, konnte beobachten, dass so bald die Bewegungen nach Einziehen der von einfachen Plasmafäden gebildeten Geisseln aufhören, und der Schwärmer sich am vorderen Körperende in die Länge zu strecken anfängt, binnen Kurzem auch der Augenfleck die Farbe wechselt, entweder verblasst oder dunkler wird und zum Schluss in einzelne Körnchen zerfällt, welche häufig in eine Vacuole des schaumigen Protoplasma der Keimzelle gerathen, wo sie durch das moleculäre Wimmeln die Aufmerksamkeit auf sich ziehen; kurz beim Keimen werden die Stigmen als nicht mehr functionirende Organe, desorganisirt. Wird man durch diesen Vorgang nicht lebhaft an die sich frei bewegenden Larven gewisser parasitischer und sessiler Thiere erinnert, deren Augen nach erfolgtem Einwandern oder Niederlassen sich rückbilden, und dient diese Uebereinstimmung nicht als neuer Beleg für die Auffassung der Stigmen als Organe der Lichtempfindung?

Während des Schwärmens der Algenspore ziehen zwei Erscheinungen animalischer Natur unsere Aufmerksamkeit auf sich: die eine ist die Bewegung selbst, die andere aber deren Richtung, welche die Spore dem Licht zuführt; erstere wird durch die Function der Geisseln oder Cilien, die letztere durch die des photoskopischen Augenflecks ermöglicht.

Abgesehen von den Flagellaten, kommen Augenflecke bei den übrigen Protisten nur ausnahmsweise vor; demgemäss sind letztere gegen Licht, wenn auch nicht indifferent, so doch entschieden minder empfindlich, als die Flagellaten. Unter diesen der Stigmen entbehrenden Protisten aber sind, zufolge allgemeiner physikalischer Gesetze, natürlich diejenigen gegen Licht empfindlicher, deren Protoplasma durch Einlagerung von Pigmenten ausgezeichnet ist; auch bei den farblosen Protisten aber ist immerhin noch ein geringerer Grad von Lichtempfindung durch die Zusammensetzung des Protoplasma aus zwei Substanzen von verschiedenem Brechungsindex,

[1] Ursprung und Entwicklung der Sinneswerkzeuge. Kosmos. II. Jahrg. 8. H. (1878) 107.

[2] Allgemeine Zoologie. I. Th. (1875) 341.

nämlich aus der glashellen Grundsubstanz und aus den derselben eingelagerten stärker lichtbrechenden Granulationen ermöglicht. Durch das Vorhandensein von Augenflecken bilden blos einige Ciliaten von den übrigen eine Ausnahme, so z. B. mehrere Arten von *Ophryoglena*, welche an der vorderen Körperpartie, vor dem Mund, gewissermassen an der Stirne einen scharf umschriebenen, aus schwarzem oder rothem Pigment gebildeten Fleck führen, ferner nach den Untersuchungen von Claparède und Lachmann die frei umherschwärmenden Individuen von *Freia*, welche noch keine Hülse abgesondert haben.[1] Nach den genannten Forschern führen die frei umherschwärmenden, jungen cylindrischen Individuen der *Freia* an der vorderen Körperpartie, dort, wo sich später die beiden, mächtigen, Pferdeohren ähnlichen Lappen entwickeln, einen schwarzen halbmondförmigen Fleck, hinter welchem sich häufig noch ein einer Krystallinse ähnliches, sehr durchsichtiges Körperchen unterscheiden lässt.[2] Auch konnte von Lachmann beobachtet werden, wie sich diese mit einem Augenfleck versehenen, frei herumschwärmenden Individuen — in welchen wohl Niemand eine *Freia* zu erkennen geneigt wäre — zur sessilen Form entwickeln. Die Schwärmer lassen sich nieder, secerniren allmälig ihre Hülsen, die beiden Lappen fangen an hervorzusprossen, wobei der Augenfleck immer verschwommener wird und wahrscheinlich zum Schluss ganz verschwindet, da die hülsenbewohnende entwickelte Form keinen Augenfleck aufweist. Es wiederholt sich also hier ein Fall, welcher bei so zahlreichen parasitischen und im entwickelten Zustand sessilen Thieren zu beobachten ist, dass nämlich die Larven ihre Augen, welche ihnen zur Zeit des freien Herumirrens gewiss wichtige Dienste leisteten, nach erfolgtem Einwandern oder Niederlassen, wo sie gänzlich überflüssig werden, verlieren.

Während die Stigmen der *Flagellaten* stets ganz scharf umschrieben sind, gehen dieselben bei den *Ciliaten* häufig verschwommen in das Pigment über, welches die vorderen Körperpartieen oder den ganzen Leib färbt; dieses Verhältniss entspricht ganz dem, welches wir bei den Turbellarien kennen, wo bei einigen Arten die bei den übrigen scharf umgrenzten Augen durch diffuses schwarzes oder rothes Pigment des vorderen Körpertheiles ersetzt sind.

[1] I. S. 218.

[2] Vgl. Taf. 9. Fig. 8—9.

Diesem Verhalten begegnete ich bei *Ophryoglena atra*, wo der aus kleinen Körnchen zusammengesetzte Augenfleck nicht immer entwickelt ist, sondern anstatt dessen das den ganzen Körper färbende schwarze Pigment gegen die vorderen Körpertheile zu stets an Sättigung gewinnt, und aus diesem dunklen aber diffusen Pigment scheinen, vielleicht blos bei älteren Individuen, die zu Augenflecken sich verdichtenden Körnchen ausgeschieden zu werden. Dasselbe fand ich ferner bei dem für die Kochsalz-Gewässer überaus charakteristischen und von mir als *Chlamydodon Cyclops* beschriebenen Ciliaten,[1] bei welchem das den ganzen Körper blass oder dunkler ziegelroth färbende Pigment an der Stirne in einen diffusen blutrothen Fleck übergeht, aus dessen Mitte ein einer Krystallinse ähnliches helles Kügelchen etwas über die Convexität der Stirne hervorragt. Einen ganz ähnlichen, in die blass ziegelrothe Körperfarbe diffus übergehenden prächtig blutrothen Fleck fand ich ganz constant an der Stirne einer in der Umgebung von Hermannstadt in der Gesellschaft von *Volvox Globator* und *V. minor* lebenden und der Perty'schen *Cyclogramma rubens* am nächsten verwandten *Nassuline*.

Alles beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse über die Sensibilität der Protisten Bekannte lässt sich im Folgenden zusammenfassen: ein als Nervensystem anzusprechendes differencirtes Organ geht den Protisten ab und die Function desselben wird durch die ohne Nerven sensible Sarcode oder das Protoplasma verrichtet. Das Protoplasma ist gegen verschiedene Reize empfindlich; die thermischen und Druckreize werden durch die ganze Körperoberfläche, insbesondere aber durch deren Fortsätze und Anhänge recipirt, welche auch einfallende Schallwellen, als specifische Reize, auf das sensible Protoplasma zu übertragen vermögen; differenzirte Gehörorgane kommen aber nicht vor. Als die einzigen differenzirten Sinnesorgane können die dunklen Augenflecke angesehen werden, welche, gleich den photoskopischen Augen der nie-

[1] Die Infusorienfauna der Salzseen zu Thorda und Szamosfalva. Jahrbücher der I. J. 1875 zu Előpatak gehaltenen XVIII. Wanderversammlung ung. Naturforscher und Aerzte. Separatabdruck. S. 14 Taf. I. Fig. 14—20 (ungarisch).

deren Thiere, eine scharfe Unterscheidung von Licht und Dunkel ermöglichen.

Pulsirende Vacuolen.

Die in der Rindenschicht des Protistenleibes eingebetteten *pulsirenden* oder *contractilen Vacuolen (Räume, Behälter, Blasen, vésicules, vacuoles contractiles)* erfuhren von Seite älterer und neuerer Forscher eine höchst verschiedene Deutung.

Diese wasserklare Flüssigkeit enthaltenden Vacuolen, welche sich Herzen gleich in regelmässigem Rhythmus contrahiren und ausdehnen, verschwinden und aufs Neue hervortreten, sind nach den heutigen Kenntnissen mit Ausnahme der *Gregarinèn* und *Noctilucen*, bei den Protisten sehr allgemein verbreitet; sie sind, die *Polythalamien* und *Radiolarien* ausgenommen, beinahe bei allen übrigen *Rhizopoden*, sowie bei sämmtlichen *Flagellaten* vorhanden; unter den *Ciliaten* aber gehen sie blos den meisten *Opalininen* ab.

Stein sieht, wie bereits oben ausgeführt und wie vor ihm Claparède, Lachmann und Schneider in diesen contractilen Vacuolen ausschliesslich animalische Kennzeichen, und hält demgemäss alle mit pulsirenden Vacuolen versehenen Flagellaten in das Thierreich gehörig; dieser Ansicht gegenüber habe ich bereits weiter oben diejenigen Algen- und Pilzschwärmer angeführt, bei welchen pulsirende Vacuolen zur Beobachtung kamen, weshalb auch die Vacuolen kein Kriterium zur Entscheidung der Angehörigkeit in das Thier- oder Pflanzenreich geben können.

Zahl und Anordnung der pulsirenden Vacuolen scheinen zwar zwischen ziemlich weiten Grenzen zu schwanken, bleiben aber innerhalb verwandter Gruppen doch zumeist ziemlich constant, während bei derselben Art die Anzahl der Vacuolen nur selten variirt. Als Beispiel für den letzteren Ausnahmefall mag *Arcella vulgaris* dienen, deren junge Individuen constant mit zwei, am Körperrand einander gegenüber gelegenen Vacuolen versehen sind, während es bei grossen Exemplaren entweder bei der ursprünglichen Zahl verbleibt, oder zu dieser noch zahlreiche den Körper umsäumende neue Vacuolen hinzutreten. Ein ähnliches Verhalten kann bei vielen *Heliozoën*, sowie bei den *Difflugien* constatirt werden; bei jenen beträgt die ursprüngliche Zahl zwei, bei letzteren eins. Bei den Rhizopoden beträgt die Zahl der Vacuolen eins, zwei oder dessen vielfaches. Bei den Rhizopoden mit lappenförmigen Pseudopodien ist, mit Ausnahme der *Arcellen*, gewöhnlich nur eine Vacuole vorhanden, seltener mehrere; dagegen besitzen die Rhizopoden mit radiären Pseudopodien, namentlich die *Heliozoën* und *Euglyphen*, mindestens zwei Vacuolen, während bei den grösseren *Heliozoën*, mögen sie auch derselben Art angehören, zu den zwei Vacuolen der kleineren Exemplare in der Regel noch mehrere hinzutreten. Bei den Rhizopoden mit schlauchförmigen Hülsen pflegen die Vacuolen, wenn blos eine oder zwei vorhanden sind, stets in der vorderen Körperhälfte zu liegen; bei grösserer Anzahl können dieselben auf der ganzen Oberfläche zerstreut sein. Sind bei *Heliozoën* und *Arcellen* blos zwei Vacuolen vorhanden, so sind sie stets gegenständig; bei grösserer Anzahl sind die Vacuelen in ziemlich regelmässigen Abständen zerstreut, so, dass der ganze Körper in zahlreiche Vacuolenterritorien von gleicher Ausdehnung zerfällt. Bei den fortwährenden Formveränderungen der *Amoeben* kann von einer fixen Stelle der Vacuole nur bei denen die Rede sein, welche sich mit gestrecktem Leib, einem schmelzenden Tropfen gleich, fliessend bewegen; bei dieser Bewegungsform verbleibt die einzige Vacuole stets im hinteren Körpertheil.

Unter den *Flagellaten* sind die *chlorophyllhaltigen* beinahe ausnahmslos durch *zwei Vacuolen charakterisirt*, welche sich am vorderen Körperende unter der einzigen oder paarigen Geissel befinden. Die ersten Beobachtungen über diese zwei Vacuolen der Flagellaten wurden von Focke[1] und Cohn[2] gleichzeitig mitgetheilt; ersterer wies die zwei Vacuolen bei *Chlamydomonas pulvisculus*, letzterer bei demselben *Chlamydomonas*, sowie bei den Individuen von *Gonium pectorale* nach. Seitdem wurden diese Entdeckungen vielfach als richtig bestätigt und die zwei Vacuolen auch bei den übrigen grünen Flagellaten aufgefunden. In seiner unvollendet gebliebenen Monographie der Flagellaten hat Stein den *Eugleniden* und noch einigen verwandten chlorophyllhaltigen *Flagellaten* zwar blos eine contractile Vacuole zugeschrieben, doch ist dies entschieden ein Irrthum, welcher weiter unten, bei der Bespre-

[1] Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. II. Bremen (1854) 4.

[2] Untersuch. über die Entwickelungsgeschichte der microscopischen Algen und Pilze. Acta Acad. cæs. Leop. Carol. Vol. 24. 1854.

chung der Aufgabe der Vacuolen gewürdigt werden soll.

Auch die *chlorophyllfreien Flagellaten* weisen entweder zwei Vacuolen an der Basis der einen oder zwei Geisseln auf, oder blos eine in der Nähe des Mundes oder etwas rückwärts gegen die Leibesmitte, oder endlich, im seltensten Fall, vor dem hinteren Körperende.

Bei den *Ciliaten* begegnet man am häufigsten einer einzigen Vacuole: so im STEIN'schen System bei den *Peritrichen* beinahe ausnahmslos, unter den *Hypotrichen* bei den *Oxytrichinen, Euplotinen, Aspidiscinen* und *Peritrominen*, unter den *Heterotrichen* bei den *Spirostomeen* und *Stentorinen*, unter den *Holotrichen* bei den *Cinetochilinen* und einem Theil der *Parameecinen, Enchelinen* und *Trachelinen*, endlich bei den meisten *Acinetinen*. Zwei pulsirende Vacuolen kommen nur selten vor, so bei den Arten des Genus *Paramecium*, bei einigen *Bursarinen* und nach BÜTSCHLI und WRZESNIOWSKI bei etlichen *Vorticellinen*. Durch mehr wie zwei, zuweilen sehr viel Vacuolen sind charakterisirt: die *Erviliinen* und *Chlamydodonten* in der Ordnung der *Hypotrichen*, ein Theil der *Bursarinen* unter den *Heterotrichen*, ferner ein Theil der *Parameecinen, Enchelinen* und *Trachelinen* in der Ordnung der *Holotrichen*; endlich einige *Acinetinen*.

Die einzige Vacuole befindet sich entweder in der Nähe des Mundes oder am hinteren Körperende; zu den letzteren gehören die meisten *Heterotrichen* mit einer Vacuole und unter den *Holotrichen* die *Enchelinen* und *Trachelinen*, während die *Peritrichen* und die mit einer Vacuole versehenen *Hypotrichen* insgesammt der ersteren Gruppe angehören. Bei den Ciliaten mit zwei Vacuolen befinden sich diese in gleichen Abständen vom Munde entfernt am Rande des Körpers. Die zahlreichen Vacuolen endlich sind entweder in einer Reihe am Rande des Körpers angeordnet (ein Theil der polyvacuolären *Holotrichen*) oder in gleichen Abständen über den ganzen Körper zerstreut (polyvacuoläre *Heterotrichen* und ein Theil der *Holotrichen*).

Die heutigen Tages abenteuerlich klingende Ansicht von EHRENBERG, wonach die contractilen Vacuolen *Samenbläschen* wären, welche durch ihre Pulsationen den Samen behufs Befruchtung der winzigen Eier im ganzen Körper vertheilen, wurde von keinem neueren Forscher acceptirt. Dagegen fand die bereits im Jahre 1835 geäusserte Auffassung von WIEGMANN,[1] dass die pulsirenden Vacuolen Centralorgane eines Circulations- oder Blutgefässsystems wären, also *das Herz repräsentirten* — was übrigens GLEICHEN bereits im vorigen Jahrhundert vermuthete — viele Anhänger. Dieser Auslegung schlossen sich v. SIEBOLD,[2] CLAPARÈDE,[3] LACHMANN,[4] LIEBERKÜHN,[5] JOHANNES MÜLLER[6], und neuestens FROMENTEL [7] an. Dieser Auffassung nach dienen die pulsirenden Vacuolen dazu, die Nährsäfte oder das Blut in regelmässiger Circulation zu erhalten; die während der Diastole sich anfüllende Vacuole contrahirt sich auf dem Höhepunkt der Erweiterung und scheint für einen Augenblick gänzlich zu verschwinden, um binnen einigen Secunden aufs neue angefüllt, wieder in Systole zu treten und ihren Inhalt in den Körper, respective in die Gefässe zu ergiessen. Die Bahnen, in welchen die in Bewegung gehaltenen Säfte sich bewegen, sind meist unsichtbar; aber bei einigen Ciliaten öffnen sich zur Systole radiär angeordnete Gefässe, welche die in sie gepressten Säfte aufnehmen und weiter fördern. Letztere sind bei *Paramecium Aurelia* am längsten bekannt, wo sie von SPALLANZANI, wie oben erwähnt, bereits im Jahre 1776 beobachtet wurden; es sind das 8 bis 10 radiär angeordnete, von der Vacuole mit geschwellter Basis ausgehende und fein gespitzt zulaufende, also birn- oder lancettförmigen Blättern ähnliche helle Flecken, welche bei der Systole einen netten Stern darstellen. Aehnliche Gefässe, aber feiner und zahlreicher, beobachtete LIEBERKÜHN bei *Bursaria flava* und *Ophryoglena flavicans*, wo der Verlauf dieser feinen Gefässe im Ectoplasma von dem durch die Vacuole gebildeten Centrum aus weithin verfolgt werden kann. Am auffallendsten ist dieses Gefässsystem bei *Cyrtostomum leucas* entwickelt, wo die zahlreichen Gefässe geschlängelt verlaufen und sich verzweigen. Ein zwar etwas vereinfachtes, aber ziemlich getreues Bild liefert von diesem verzweigten Gefässystem des *Cyrtosto-*

[1] WIEGMANN's Arch. (1835) I. 12. Vgl. LACHMANN, Ueber die Org. der Infusorien. 374.

[2] Lehrb. der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. 19.

[3] Ueber Actinophrys Eichhornii. AAP. (1854) 404.

[4] Ueber die Organ. der Infusorien etc. AAP. (1856) 374. Ferner: in dem mit CLAPARÈDE herausgegebenen Werke I. 42.

[5] Beiträge zur Anatomie der Infusorien. AAP. (1856) 26.

[6] Monatsb. der berliner Akad. (1856) 392. Vgl. STEIN I. 86.

[7] Études sur les Microzoaires. (1874) 37.

mum Mme JOBARD-MUTEAU,[1] nennt aber das abgebildete Infusorium irrthümlich *Panophrys Chrysalis.*

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass in diesen Gefässen eine regelmässige Circulation sich schon a priori schwer vorstellen lässt, da sowohl zur Einleitung der Säfte in die Vacuolen, als auch zur Ableitung aus diesen, dieselben Gefässe dienen.

Im Jahre 1849 trat OSCAR SCHMIDT mit einer ganz neuen Erklärung der pulsirenden Vacuolen auf,[2] welche auf dessen hochwichtiger Entdeckung fusste, wonach die Vacuolen von *Cyrtostomum* (Bursaria) *Leucas* und *Paramecium Aurelia* mittelst einer feinen Oeffnung nach aussen Münden, demgemäss keinesfalls Herzen entsprechen können, wogegen alle Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass dieselben mit den Blasen des Wassergefässsystems bei Rotatorien, Saug-, und anderen Würmern gleichwerthig, die von denselben ausgehenden Gefässe aber Wassergefässe sind.

Die Richtigkeit der SCHMIDT'schen Entdeckung wurde von CARTER,[3] LEYDIG,[4] STEIN,[5] BALBIANI,[6] ZENKER,[7] SCHWALBE,[8] WRZESNIOWSKI,[9] RAY LANCASTER,[10] ROAD,[11] ROSSBACH[12], BÜTSCHLI[13] und ENGELMANN[14] theils an *Cyrtostomum* und *Paramecium*, theils an vielen deren Infusorien bestätigt. Die genannten Forscher stimmen darin überein, dass die contractilen Vacuolen sich bei der Systole nach aussen ergiessen, und zwar durch eine einzige, bei jeder Systole sich öffnende und nachher spurlos verschwindende (*Actinosphaerium*), oder durch eine präformirte feine, aber bei manchen Infusorien sehr gut zu unterscheidende Oeffnung, welche nach ZENKER bei *Cyrtostomum* in der Diastole durch einen zarten Schleimpfropf gleichsam wie durch ein Ventil verschlossen wird, oder aber ihren Inhalt durch mehrere feine Oeffnungen der Cuticula hindurch filtrirt; letzteres Verhalten wurde von STEIN bei *Bursaria flava* und *Ophryoglena acuminata*, von BÜTSCHLI aber bei *Acineta mystacina* gefunden.

Auf den Einwand, dass wenn sich die contractilen Vacuolen während der Systole wirklich nach aussen entleerten, hierdurch kleine Gegenstände in Bewegung gerathen müssten, was aber entschieden nicht beobachtet werden kann, weshalb die angenommene Existenz einer Oeffnung auf optische Täuschung zurückzuführen wäre: gibt STEIN die zutreffende Antwort, dass wenn das entleerte Wasser selbst bei grösseren Rotatorien, z. B. *Hydatina Senta,* in der Nähe der Cloake keine Strömungen verursachte — obschon hier das Ausspritzen des Blaseninhalts keinem Zweifel unterliegt — dies um so weniger von den Entleerungen der Vacuolen der Protisten erwartet werden kann.[1] In einer jeden Zweifel ausschliessenden Weise spricht für die während der Systole nach aussen erfolgende Entleerung der pulsirenden Vacuolen die von ENGELMANN über eine von ihm charakteristisch als *Chilodon propellens* bezeichneten *Chilodon*-Art veröffentlichte Beobachtung. Dieses Infusorium macht bei den, in Zeiträumen von einer halben Minute sich wiederholenden systolischen Contractionen der am hinteren Körperende situirten Vacuole stets einen Ruck nach vorwärts, welche Erscheinung wie die pulsirende Vorwärtsbewegung bei *Medusen, Salpen* oder *Leptodiscus medusoides* blos aus dem Rückstoss des ausgespritzten Wassers auf den Körper zu erklären ist.

Durch diese Beobachtungen wird die Möglichkeit, dass die Vacuolen Herzen entsprechen, gänzlich aus-

[1] FROMENTEL, Op. cit. Taf. 16. Fig. 5.

[2] FRORIEP's neue Notizen. Vgl. ZENKER, Beiträge zur Naturgesch. der Infusorien. AMA. II. (1866) 333.

[3] Annales of Natural History. Bd. 18. 1856. 126. Vgl. STEIN I. 86.

[4] Lehrbuch der Histologie. (1857) 395.

[5] I. 86.

[6] Journal de physiologie (1861) 487. Vgl. Wrzesniowski ZWZ. XXIX. (1877) 310.

[7] Beitrag zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 322.

[8] Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. AMA. II. (1866) 351.

[9] Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 25. Ferner: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 306.

[10] Quat. Journ. microscop. sc. 143. LEUCKART's Bericht. AN. 36. Jahrg. II. (1870) 366.

[11] Sillim. Journ. 1853. Bd. 15. S. 70. Vgl. WRZESNIOWSKI ZWZ. XXIX. (1877) 310.

[12] Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Org. u. ihr Verhalten gegen physikalische Agenzien und Arzneimittel. Arb. aus d. zoolog.-zootom. Institut in Würzburg. 1. H. 1872. S. 9.

[13] Ueber Dendrocometes paradoxus, STEIN, nebst einigen Bemerk. ü. Spirochona gemmipara u. d. contr. Vacuol. der Vorticellen. ZWZ. XXVIII. (1877) 62.

[14] Zur Naturg. d. Infusorien. ZWZ. XI. (1861) 380. Ferner: Zur Physiol. d. contr. Vacuol. d. Infusorien. Zoolog. Anzeig. I. (1878) No. 6. S. 121.

[1] I. 89.

geschlossen; seit dem Erscheinen des ersten Theiles des STEIN'schen Monographie wurde die von WIEGMANN herrührende Auffassung thatsächlich ganz fallen gelassen, und einer gänzlichen Ignorirung der nach dem Erscheinen der Studien von CLAPARÈDE und LACHMANN veröffentlichten Beobachtungen ist es zuzuschreiben, wenn FROMENTEL sagt: «La vésicale conntractile est pour presque tous les observateurs actuels le coeur, le centre de la circulation chez les Microzoaires.» [1] Hat ja doch LACHMANN selbst, der in dem mit CLAPARÈDE herausgegebenen grossen Werk, die pulsirenden Vacuolen noch als Herzen ansprach, kurz vor seinem Tode veröffentlicht, sich bei der mit Discophora (Acineta) Ferrum equinum nahe verwandten Discophora speciosa mit aller Entschiedenheit überzeugt zu haben, dass die pulsirende Vacuole sich mittelst eines feinen Canals nach aussen öffnet.[1]

Von den Wassergefässen der Würmer lehrte — wie bekannt — die alte Auffassung, dass sie das Wasser abwechselnd aufnehmende und entleerende Respirationsorgane sind, also gewissermassen zu einer Respiration aus Wasser geeignete Analoga der Insektentracheen repräsentiren. Dieser Auffassung gemäss wurden von O. SCHMIDT auch die mit den Wassergefässen der Würmer gleichwerthigen pulsirenden Vacuolen der Infusorien für Respirationsorgane, welche abwechselnd Wasser aufnehmen und entleeren, angesprochen. Nachdem aber LEYDIG nachwies, dass die Wassergefässe der Würmer zu einer Wasseraufnahme von aussen nicht geeignet sind, sondern blos zur Entleerung des in der Körperhöhle oder in Ermangelung einer solchen im Körperparenchym angesammelten Wassers, und der im Verlauf der Wassergefässe ausgeschiedenen Producte des Stoffwechsels dienen, und den pulsirenden Vacuolen der Protisten dieselbe Aufgabe zuschrieb, während andererseits eine Wasseraufnahme von aussen überhaupt nicht constatirt wurde: schlossen sich STEIN und andere Forscher dieser Auffassung an, und sehen in den contractilen Vacuolen der Protisten Excretionsorgane. Die Natur der ausgeschiedenen Zersetzungsproducte konnte bisher nicht direct ergründet werden; trotzdem lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit behaupten, dass die entleerten Producte des Stoffwechsels im Wasser absorbirte gasartige Substanzen sind: bei den auf animalische Art athmenden Protisten Kohlensäure, bei den mittelst Chlorophyll assimilirenden aber Sauerstoff. Demnach ist es klar, dass die contractilen Vacuolen bei der Respiration der Protisten — was in neuerer Zeit besonders von ZENKER betont wurde [1] — jedenfalls eine sehr wichtige Rolle spielen, und dass SPALLANZANI und DUJARDIN, indem sie die pulsirenden Vacuolen geradezu als Respirationsorgane ansprachen, in gewisser Hinsicht Recht hatten. Die Protisten nehmen theils durch die ganze Körperoberfläche, theils durch den Mund fortwährend Wasser auf, von welchem das Plasma durchströmt, irrigirt wird, und welches die zur Respiration dienende Gasart gegen Kohlensäure, resp. Sauerstoff umtauscht, worauf es auf gewissen, bei manchen Infusorien deutlich sichtbaren Bahnen in den pulsirenden Vacuolen sich ansammelt und von diesen bei der Systole entleert wird. Durch die frequenten Entleerungen der Vacuolen wird das Eindringen des Wassers in den Protistenleib, wie leicht einzusehen, befördert, das Wasser gewissermassen eingepumpt, also durch die Pulsationen der Vacuolen das Einsickern und Ausströmen des Wassers unausgesetzt unterhalten. Neben der mit der Respiration der Protisten im innigsten Zusammenhang stehenden Function — welche, wie erwähnt, in neuerer Zeit besonders von ZENKER betont wurde — haben aber die pulsirenden Vacuolen bei allen Protisten mit animalischem Stoffwechsel auch noch gelöste Harnbestandtheile zu entleeren. Gegen diese Ansicht scheint zwar ein Widerspruch in dem Umstand zu liegen, dass sich in gewissen Körpertheilen vieler Protisten für Harnbestandtheile zu haltende Concremente ablagern und anhäufen; allein, der Widerspruch ist nur ein scheinbarer, da man doch dieses Ablagern und Anhäufen von Harnbestandtheilen auch bei zahlreichen mit einem Wassergefäss-System versehenen Würmern, in den feinsten Verzweigungen oder den diese umgebenden Geweben beobachten kann. Auf ähnliche Weise dürfte sich auch das Ablagern von Harnbestandtheilen bei Protisten erklären. Diese um die Respiration und Harnausscheidung sich drehende Doppelaufgabe der contractilen Vacuolen und der zu diesen führenden Bahnen ist eigentlich bereits in der Erklärung enthalten, welche von LEYDIG in seinem Handbuch der vergleichenden Histolo-

[1] Verhandl. des naturforsch. Vereins der preuss. Rheinlande. 16. S. 91. Vgl. LEUCKART: Bericht über die Leistungen in der Naturgeschichte der niederen Thiere während d. Jahres 1859. AN. 26. II. (1861) 247.

[1] Op. cit. 338.

gie von der physiologischen Aufgabe der Wassergefässe der Würmer, mit welchen er die Vacuolen und deren Zuleitungsgänge für identisch hält, gegeben wurde, und Haeckel irrt sich, wenn er diese in neuerer Zeit auch von ihm acceptirte Auffassung als seine eigene ansieht.[1]

Da die contractilen Vacuolen Wasser entleeren, ist die Anfüllung der bereits oben erwähnten radiären Gefässe bei eintretender Systole jedenfalls eine eigenthümliche Erscheinung, welche von Stein mit der Annahme erklärt wird, dass nicht die ganze Vacuole sich entleert, sondern ein Theil des Inhalts auf denselben Bahnen, welche ihn der Vacuole zuführten, wieder zurückdrängt. Dem gegenüber hebt Schwalbe hervor, dass sich durch genauere Beobachtung nachweisen lässt, dass — wie dies übrigens schon von Lieberkühn erwähnt wurde — bei *Paramecium Aurelia* die Anschwellung der radiären Gefässe nicht mit der Systole, sondern erst gegen Ende der Diastole beginnt, also augenscheinlich nicht durch die zurückdrängende Flüssigkeit hervorgerufen wird. Dass die Flüssigkeit bei der Systole nicht in die Strahlen zurückströmt — sagt Schwalbe[2] — kann durch den in dieser Richtung dem etwa eindringenden Wasser sich gegenüber stellenden doppelten Widerstand leicht erklärt werden; erstens steht die durch Aufnahme durch den Mund fortwährend zunehmende Flüssigkeit im Infusorienleib unter einem gewissen Druck, und dann sind die Wandungen der Strahlen auch noch contractil. Die Möglichkeit einer auf den ganzen Verlauf sich erstreckenden Contraction kann ohne Schwierigkeit beobachtet werden. Diese beiden Momente genügen hinlänglich, um eine Regurgitation der ausgetriebenen Flüssigkeit zu verhindern. Der Flüssigkeit steht blos ein Weg offen und der führt nach aussen. Hierbei ist, wie bereits die älteren Forscher betonten, sehr deutlich zu beobachten, dass die Vacuole von innen nach auswärts, gegen die Cuticula zu sich contrahirt.

Die Schwalbe'sche Beweisführung ruht, meines Erachtens, auf vollkommen soliden Grundlagen; demgemäss müssen die radiären Gefässe der pulsirenden Vacuolen lediglich als Zuleitungswege betrachtet werden.

Ohne Zweifel fällt dieselbe Aufgabe auch den von Stein beschriebenen, rosettenförmig angeordneten kugeligen einfachen Safträumen zu, welche während der Systole bei zahlreichen Infusorien, aber auch bei einigen Flagellaten und Rhizopoden um die collabirte Vacuole herum auftreten; dieselben sammeln nämlich die Flüssigkeit und übergeben sie an die Vacuole, welche sich auf ihre Kosten erweitert. Desgleichen wird auch der von Stein genau beschriebene, longitudinale Kanal, welcher z. B. bei den *Stentoren* vom hinteren Körperende, bei zahlreichen anderen *Heterotrichen* aber von der vorderen Körperpartie zur pulsirenden Vacuole führt, dem nämlichen Zweck dienen. Aehnliche longitudinale Kanäle leiten, nach den Untersuchungen von Wrzesniowski, bei *Uroleptus Piscis* und *Loxophyllum Meleagris* den Vacuolen die Flüssigkeit zu. Bei manchen Infusorien kommen die longitudinalen Gefässe durch Verschmelzen der in der Verlaufsrichtung des Gefässes auftretenden Tropfen zu Stande; dies gilt namentlich, nach den Stein'schen Untersuchungen von *Stylonychia Mytilus*.[1]

Die contractilen Vacuolen münden entweder mit besonderen Oeffnungen an der Körperoberfläche, oder aber die Afteröffnung dient gleichzeitig zur Wasserentleerung. Bei den *Vorticellinen* scheint zwar, als ob sich die Vacuole in den Schlund ergiessen würde; doch öffnet sich bei diesen Infusorien in die vordere erweiterte Schlundpartie, das *Vestibulum*, auch der Anus, und Wrzesniowski wies in einer sehr genauen Zusammenstellung der bisherigen genügend zahlreichen Daten über die Mündung der Infusorienvacuolen[2] nach, dass eigentlich auch bei diesen die Afteröffnung zur Ableitung des Vacuoleninhalts dient, und zwar wird bei einigen, namentlich bei dem von Wrzesniowski sehr genau studirten *Ophrydium versatile* der Inhalt der contrahirten Vacuole aus der von der Analöffnung ziemlich weit gelegenen Vacuole durch ein langes Ausführungsgefäss dem im Vestibulum sich öffnenden Anus zugeführt. Solche Ausführungsgefässe sind übrigens ausser den Vorticellinen nur noch bei einigen *Acineten*, und bei einigen jener *Trachelinen* und *Enchelinen* bekannt, deren Vacuolen sich in den Anus öffnen. Bei *Carchesium polypinum* wurde von Greeff neben der pulsirenden Vacuole noch ein eigenthümliches bald anschwellendes, bald collabirendes Bläschen

[1] Zur Morphologie der Infusorien. JZ. VII. H. 4. (1873) S. 548.

[2] Op. cit. 355.

[1] I. 89.

[2] ZWZ. XXIX, 311 und 312.

entdeckt, dessen Oberfläche mit kleinen, geraden, stäbchenförmigen Körperchen besetzt ist, und er meint, dass dieses räthselhafte Bläschen sowohl mit der pulsirenden Vacuole als auch mit dem Vestibulum communicirt, obschon er sich hiervon nicht bestimmt überzeugen konnte.[1] Das nämliche Gebilde fand auch BÜTSCHLI bei mehreren *Vorticellinen (Carchesium polypinum, Vorticella nebulifera, V. monilata, V. citrina* und *V. sp.?)*, während dasselbe bei anderen constant fehlt *(Vorticella microstoma, Epistylis plicatilis, E. flavicans, Opercularia articulata)*.[2] Nach BÜTSCHLI ist dieses von ihm als *«Reservoir»* bezeichnete Gebilde ein von einer verdichteten Plasmaschicht umgebene Bläschen, welches in Folge eines sich in seinem Inneren verzweigenden feinen Protoplasmagerüstes eine schwammige Structur zeigt; genannter Forscher konnte sich überzeugen, dass dieses Reservoir in der That einerseits mit dem Vestibulum, andrerseits mit der pulsirenden Vacuole communicirt und bei Systole der letzteren anschwillt. Demnach gelangt die aus der Vacuole ausgetriebene Flüssigkeit erst durch das Reservoir filtrirt in das Vestibulum; das Reservoir entspricht also dem Ausführungsgang bei *Ophrydium*, wobei er aber möglicher Weise auch noch zur Ausscheidung gewisser Substanzen dient. Die von GREEFF beobachteten stäbchenförmigen Körperchen sind vielleicht Harnconcremente, sowie auch die nach WRZESNIOWSKI im Verlauf des Ausführungsgangs von *Ophrydium* gelegenen überaus kleinen, stark lichtbrechenden stäbchenförmigen Körperchen ausgeschiedene Harnbestandtheile sein dürften.

Nicht nur die Aufgabe, sondern auch die Structur der pulsirenden Vacuolen begegnete abweichenden Auffassungen. O. SCHMIDT, CARTER, JOHANNES MÜLLER, CLAPARÈDE und LACHMANN sehen in den pulsirenden Vacuolen und den zuführenden Saftgängen mit eigenen contractilen Wandungen versehene Organe, in den Vacuolen also Bläschen und in den Gängen wahre Gefässe. Nach CLAPARÈDE und LACHMANN besässen die von ihnen als Herzen angesprochenen contractilen Vacuolen bei manchen Infusorien ganz deutlich ausnehmbare selbständige Wandungen; so hat z. B. bei *Enchelyodon farctus* die Blasenwandung eine Dicke von 0,0013 mm.[1] Dagegen hebt LIEBERKÜHN ausdrücklich hervor, dass er sich bei keinem einzigen Infusorium von der Anwesenheit einer, die Vacuole und Gefässe umgebenden Wandung überzeugen konnte. STEIN aber, ferner SCHWALBE, WRZESNIOWSKI und die neueren Forscher überhaupt theilen und unterstützen mit ihren Beobachtungsergebnissen die zuerst von v. SIEBOLD ausgeführte Ansicht. Nach alldem sind die Vacuolen keine Blasen, sondern Hohlräume im Ectoplasma ohne eigene Membran, die Gefässe aber einfache Gänge. Dass die zuleitenden Gefässe der eigenen Wandung entbehren, wird am überzeugendsten durch das Auftreten des Longitudinalgefässes von *Stylonychia Mytilus* bewiesen; es treten nämlich bei diesem Infusorium — wie oben erwähnt — dem Verlauf des Gefässes entlang zuerst einzelne Tropfen auf, welche später, nachdem sie durch fortgesetzte Ansammlung von Flüssigkeit einen gewissen Umfang erreicht haben, zu einem scheinbaren Gefäss zusammenfliessen; gegen das Vorhandensein einer Membran spricht ferner der Umstand, dass in grössere Gefässe, so z. B. wie STEIN hervorhebt, in das umfangreiche Longitudinalgefäss der *Stentoren*, gelegentlich aus dem Entoplasma einzelne von aussen aufgenommene Körper, z. B. verschlungene *Euglenen* eindringen, was bei Vorhandensein einer besonderen Gefässmembran wohl kaum möglich wäre. Ebenso wenig, wie bei den gefässähnlichen Gängen, gelang es neueren Forschern weder direct, noch mit Hilfe von Reagentien, eine besondere Membran um die contractilen Vacuolen nachzuweisen. SCHWALBE erwähnt, dass bei den *Stentoren* mit beginnender Diastole aus dem umgebenden Protoplasma einige Fortsätze in die Vacuole hineinragen, welche mit zunehmender Dilatation allmälig retrahirt werden; das Ganze macht den Eindruck, als ob die collabirten Wandungen der entleerten Vacuole verkleben, und die verbindenden Protoplasmafäden erst mit Eintritt der Diastole zerreissen würden. Noch deutlicher sprechen für die Membranlosigkeit der Vacuolen die sehr genauen Untersuchungen von WRZESNIOWSKI, nach welchen bei den *Enchelinen* und unter diesen namentlich auch bei *Enchelyoden farctus* — wo nach CLAPARÈDE und LACHMANN die besondere Membran der contractilen Vacuole am deutlichsten zu unterscheiden wäre — die Vacuole selbst durch Verschmelzen der während der Systole in der Umgebung in

[1] Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. XXXVII. (1871) 205.

[2] Ueber Dendrocometes paradoxus, STEIN, etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 63.

[1] I. 53.

rosettenförmiger Anordnung auftretenden Tropfen, also nach Zerreissen der die einzelnen Tropfen trennenden Protoplasmatheilchen zu Stande kommt, d. i. während jeder Diastole aufs Neue gebildet wird, — ein Verhalten, welches mit dem Vorhandensein einer besonderen Membran gewiss nicht in Einklang zu bringen ist. Auf das ganz in der nämlichen Weise beobachtete Zustandekommen der Vacuole bei *Trachelius Lamella, Phialina vermicularis* und *Nyctotherus cordiformis* gründete schon v. Siebold die Ansicht, dass Vacuolen sowohl, als Gefässe im Protoplasma ausgehöhlte membranlose Spalten sind,[1] welche Auffassung durch die Untersuchungen der soeben citirten Forscher als richtig bestätigt wurde. Rossbach, der durch seine umfangreichen und mühsamen Untersuchungen über die physiologischen Verhältnisse der pulsirenden Vacuolen so ausgezeichnete Verdienste sich erwarb, will, auf seine mit der grössten Genauigkeit ausgeführten Beobachtungen gestützt, die grossen Differenzen zwischen den beiden Ansichten einigermassen ausgleichen, oder wenigstens verringern. Nach ihm sind zwar Vacuolen und Gefässe mit eigenen Membranen nicht versehen, doch besteht eine Grenzschicht von verschiedener Consistenz und demgemäss werden von ihm zweierlei Vacuolen unterschieden: solche, «deren begrenzende Sarcodeschicht nur geringgradig sich verdichtet und nach Entfernung der fremden Flüssigkeit sich rasch mit der anderen Sarcodeschicht ausgleicht; und solche, deren Wandung schon eine viel intensivere Verdichtung erfährt, so dass die Zeit zwischen Entleerung und beginnender Anfüllung nicht lange genug dauert, um, wenn ich so sagen darf, eine Lösung der dichteren Sarcode durch die weniger dichte des übrigen Körpers herbeizuführen.»[2] In die erstere Kategorie gehören z. B. die contractilen Vacuolen der *Enchelinen*, in die letztere die der *Oxytrichinen*.

Vom Rhythmus und der Pulsfrequenz der Vacuolen waren vor Erscheinen der Rossbach'schen Arbeit blos einzelne kurze Angaben bekannt. Dass die Vacuolen bei einigen Protisten in frequenterem Rhythmus pulsiren, als bei anderen, ist schon seit langem bekannt. Stein betont, dass die Vacuolen der marinen Infusorien in viel längeren Zeiträumen pulsiren, als bei den Süsswasser-Infusorien;[3] dieselbe Erfahrung machte ich an den in Salzseen lebenden Infusorien und Rhizopoden. Diese Erscheinung sucht Stein dadurch zu erklären, dass das concentrirte Salzwasser langsamer durch das Protoplasma filtrirt, als Süsswasser, während ich, gestützt auf die Thatsache, dass durch Salzwasser absorbirte Luft mehr Sauerstoff enthält, als im Süsswasser enthaltene Luft, zur Annahme hinneige, dass den in Salzwässern lebenden Protisten auch eine seltenere Erneuerung des durch den Körper hindurchfiltrirenden Wassers genügt, und dass dies die Ursache der selteneren Pulsation ist. Schwalbe findet ein umgekehrtes Verhältniss zwischen Grösse und Pulsfrequenz der Vacuolen; auf zwei Minuten fielen bei *Chilodon Cucullulus* 13 bis 14, bei *Paramecium Aurelia* 10 bis 11, bei *Vorticella microstoma* 1 bis 2 Contractionen: wird der Sauerstoff durch Kohlensäure verdrängt, so nimmt die Pulsfrequenz anfangs zu, dann ab; durch hohe Temperaturen wird die Irritabilität des Protoplasma und in Folge dessen auch die Zahl der Contractionen herabgesetzt.[1]

Diesen fragmentarischen Angaben gegenüber muss den umfangreichen Untersuchungen von Rossbach eine hohe Wichtigkeit beigemessen werden; dieselben eröffnen einen tieferen Einblick in die Contractionsgesetze der Vacuolen, aber auch — da der Vacuolenpuls, sowie sämmtliche Bewegungen des Protistenleibes durch das Protoplasma verrichtet werden — in die Irritabilitätsgesetze des Protoplasma, und sind daher von allgemeinem Interesse.[2]

Rossbach wählte zu seinen planmässig durchgeführten Untersuchungen Süsswasser-*Amoeben* und einige Ciliaten (*Euplotes Charon, Stylonychia pustulata, Chilodon Cucullulus, Vorticella sp.*), und konnte zunächst constatiren, dass die Contractionen der Vacuolen bei *Amoeben* unregelmässig, bei *Ciliaten* hingegen in ganz regelmässigem Rhythmus wiederkehren. Bei *Amoeben* bildet irgend ein in die Nähe der Vacuole gedrungenes Körnchen, oder eine Berührung der *Amoebe* mit fremden Körpern einen hinlänglichen Reiz zum Eintritt der Contraction der Vacuole. Doch auch ohne die Einwirkung solcher nachweisbarer Reize ist die Pulsation ganz unregelmässig; so waren bei den zur Beobachtung erwählten drei *Amoeben (A, B, C)* bei einer Temperatur von 16° C. von einer Systole zur anderen Secunden vergangen:

[1] Lehrb. der vergl. Anatomie. 21.
[2] Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc. 20.
[3] I. 91.

[1] Ueber die contractilen Behälter etc. 161.
[2] Die rhythmischen Bewegungserscheinungen etc.

A 97. 86. 154. 70. 81. 115. 90.
B 149. 103. 233. 131. 118.
C 100. 150. 135 150.

Bei einer vierten *Amoebe* bei 20° C.: 73, 526, 351.

Zu bemerken ist, dass die drei letzten *Amoeben* derselben Art angehörten und mit *A. verrucosa* übereinzustimmen schienen.

Dem gegenüber wird die grosse Regelmässigkeit des Rhythmus der Contractionen bei den *Ciliaten* durch die folgenden Secundenzahlen der zwischen je zwei Systolen verstrichenen Zeiträume bewiesen:

Euplotes Charon:	(16° C.),	31. 32. 33. 31. 31. 32.
Stylonychia pustulata	(16° C.),	10. 9. 9. 10. 9.
Chilodon Cucullulus	(15° C.),	5. 5.
« «	(18° C.),	5. 5. 5. 5. 5. 5.
Vorticella sp.	(17° C.),	9. 9. 8. 10. 9. 9. 9. 9.[1]

Aus diesen Zahlen geht eine je nach der Art verschiedene Pulsfrequenz der Vacuolen bei den Infusorien hervor (bei derselben Art und bei unveränderter Temperatur fand sie Rossbach constant); dabei sind die Schwankungen der Pulsfrequenz so minimal, dass sie kaum verdienen in Betracht gezogen zu werden, selbst wenn man die bei dem benutzten Mätzel-schen Metronom auch bei der grössten Uebung im Zählen unvermeidliche Fehler berücksichtigt.

Indessen bleibt der Rhythmus der Contractionen blos bei der nämlichen Temperatur und so lang unverändert, als der Protist in derselben Flüssigkeit gehalten wird, in der er sich aufhielt; verschiedene physikalische und chemische Agentien bilden auf den Rhythmus der Contractionen nach bestimmten Gesetzen wesentlich modificirend eingreifende Reize.

Der durch die Temperatur geübte modificirende Einfluss kann schon an den unregelmässig pulsirenden Vacuolen der Amoeben erkannt werden; bei abnehmender Temperatur werden die auf die Contractionen folgenden Pausen immer länger, und schon bei 5°C scheinen die Pulsationen überhaupt aufzuhören. Ueber 25° hinaus werden die Vacuolen mit dem ganzen *Amoeben*-Leib kleiner, um 40° herum aber wieder grösser, nehmen aber die Pulsationen auch bei einem abermaligen Sinken der Temperatur nicht wieder auf, zum Beweis, dass die *Amoebe* bei 40° abstirbt.

Bei den Infusorien sind die durch Temperaturunterschiede am Rhythmus der regelmässig pulsirenden Vacuolen hervorgerufenen Veränderungen viel auffallender, und in Bezug auf diese wurden von Rossbach die folgenden interessanten Gesetze festgestellt:[1]

1. Die Schnelligkeit der rhythmischen Bewegungen der contractilen Blase hängt mit der Temperatur des Körpers auf das Engste zusammen, so dass ein und dieselbe Thierspecies in normalen Verhältnissen, bei gleicher Temperatur immer die gleiche Zahl von Contractionen hat.

Aus der Zahl der rhythmischen Contractionen kann man daher einen sicheren Rückschluss auf den augenblicklichen Temperaturgrad machen. Ein auf diese Verhältnisse untersuchtes Infusorium kann für die Folgezeit als Thermometer der Flüssigkeit dienen, in der es lebt.

Die Wärme hat also einen ganz bestimmten Einfluss auf die Intensität des Processes, durch den eine rhythmische Thätigkeit zu Stande kommt.

2. Von 4° C. an aufwärts bis zu 30° nimmt die Schnelligkeit der rhythmischen Bewegungen immer zu.

3. Die Beschleunigung ist eine stärkere bei von 4—15°, als bei von 15—30° aufsteigender Temperatur.

Es setzt also eine unter 15° herabgehende Temperatur die Zahl der rhythmischen Contractionen in viel höherem Maasse herab, als eine Temperatur über 15° sie vermehrt.

4. Von einem bestimmten hohen Temperaturgrade an (30—35°) findet keine Beschleunigung der rhythmischen Thätigkeit mehr statt. Dieser Temperaturgrad liegt um so niedriger, je grösser die Schnelligkeit des Rhythmus schon bei niederer Temperatur war.

5. Langsamere rhythmische Bewegung erfährt durch Temperatursteigerung die stärkere, schnellere rhythmische Bewegung die geringere Beschleunigung; d. i. die Schnelligkeit einer raschen rhythmischen Bewegung wird durch Temperaturunterschiede viel weniger alterirt, als die einer langsam rhythmischen Bewegung. Bei keinem Infusorium konnte durch Temperatursteigerung mehr als 20 Contractionen per Minute (Vorticella) erregt werden.

6. Bei einer Temperatur unter 0° und über 42° hört mit dem Leben des ganzen Körpers auch die rhythmische Thätigkeit auf.

[1] Op. cit. 26—39.

[1] Op. cit. 33.

7. Es blieb sich für die Contractionszahl gleich, ob ein Temperaturgrad längere oder kürzere Zeit eingewirkt hat, ob die Temperatur langsam oder rasch in die Höhe getrieben wurde. Ein und dieselbe Temperatur, ob sie 1 Minute oder ½ Tag einwirkt, ist immer von ein- und derselben Contractionsfrequenz der contractilen Blasen begleitet.

Unter den übrigen physikalischen und chemischen Agentien wirkt eine Sauerstoffentziehung lähmend auf die sich erweiternden Vacuolen ein.

Bei Sättigung der Flüssigkeit mit indifferenten Substanzen werden die Vacuolen beträchtlich kleiner, und mit dem Concentrationsgrad hält auch die Verlangsamung des Pulses gleichen Schritt.

Säuren in kleinen Gaben (und nur solche kommen in Betracht, da grosse Dosen rasch tödtend auf die Protisten wirken) erzielen eine Verkleinerung des ganzen Leibes und auch der pulsirenden Vacuolen, wobei die Pulsfrequenz gleich zu Beginn der Einwirkung abnimmt.

Auf minimale Dosen von Alkalien werden die Vacuolen dilatirt und die Contractionen stetig seltener.

Auf starke Gaben von Alkohol hören die Vacuolen in einem mittleren Dilatationsgrad auf zu functioniren; durch mittlere Dosen wird die Pulsfrequenz der Vacuolen, im Anfang, blos herabgesetzt.

Durch mittlere und kleinere Dosen von Alcaloïden werden die gelähmten Vacuolen ausserordentlich dilatirt.

Unter electrischen Strömen von mittlerer Stärke dauert die regelmässige Pulsation der Vacuolen ungestört weiter, obschon der ganze Körper und die Cilien durch den Strom tetanisirt werden.[1]

Fragt man nun nach der eigentlichen Ursache der rhythmischen Contractionen, also nach dem Reiz, der die Vacuolen zur Pulsation anregt, so erhält man die Antwort in folgender Gruppirung der Rossbach'schen Forschungsergebnisse:[2]

Die rhythmischen Bewegungen der contractilen Blase sind Folge von Oxydationsvorgängen in dem Protoplasma.

Der Moment des Oxydationsvorgangs ist der die Contraction bedingende und zu Stande bringende Reiz.

Die Möglichkeit der Oxydation hängt ab zunächst von der Beschaffenheit des Protoplasma selbst und von der Menge der in demselben vorhandenen oxydationsfähigen Stoffe, sodann von der Grösse der Sauerstoffzufuhr.

Diese Oxydationsfähigkeit des Protoplasma wird erhöht durch Steigen, erniedrigt durch Sinken der Temperatur, ganz aufgehoben durch die Alcaloïde.

Die Grösse der Sauerstoffzunahme wird vermehrt durch Steigen, vermindert durch Sinken der Temperatur, sowie durch jede Aenderung des endosmotischen Vorgangs.

Eine Vermehrung der Sauerstoffaufnahme kann nur dann beschleunigt werden, wenn für die grössere Menge Sauerstoff auch hinlänglich oxydirbare Stoffe vorhanden sind.

Es resultirt daher die Schnelligkeit der rhythmischen Bewegungen im normalen Zustande von der Menge der oxydirbaren Stoffe, des Sauerstoffs und der Höhe der Temperatur.

Jede Oxydation setzt ein Oxydationsproduct (Säure) ab; sobald dieses gebildet ist, hört der Reiz auf.

Oxydationsvorgang und Oxydationsproduct sind sonach die nothwendig wechselnden Ursachen der rhythmischen Bewegung, der abwechselnden Zusammenziehung und Ausdehnung.

Die Rossbach'schen Untersuchungen erstrecken sich blos auf *Amoeben* und *Ciliaten*, also ausschliesslich auf animalische Protisten, und lassen die nach Art der Pflanzen mittelst Chlorophylls assimilirenden *Flagellaten* ganz unberücksichtigt. Es frägt sich nun, ob wohl bei letzteren die rhythmische Thätigkeit der contractilen Vacuolen durch die nämlichen Reize eingeleitet werden, wie bei jenen? Auf diese Frage kann in Ermanglung einschlägiger Beobachtungen eine bestimmte Antwort nicht ertheilt werden; zieht man aber den vom farblosen oder chlorophyllfreien vollkommen verschiedenen Kraft- und Stoffwechsel des chlorophyllhältigen Protoplasma in Betracht, welcher *in ultima analysi* in einer, unter Bindung von lebendiger Kraft verlaufenden Desoxydation der von aussen aufgenommenen hochoxydirten anorganischen Verbindungen und in einer Ausscheidung des freigewordenen Sauerstoffs besteht — während im farblosen Protoplasma die durch das grüne Proto-

[1] Op. cit. 57—59.

[2] Op. cit. 70.

plasma gebildeten sauerstoffarmen organischen Verbindungen durch von aussen aufgenommenen Sauerstoff oxydirt, hierbei Kräfte frei und hochoxydirte zersetzungsproducte ausgeschieden werden —: so kann gewiss nicht angenommen werden, dass das chlorophyllhältige Protoplasma durch die nämlichen Reize zu Pulsationen angeregt wird; dagegen spricht viel Wahrscheinlichkeit dafür — vorausgesetzt, dass die rhythmische Thätigkeit des chlorophyllfreien Protoplasma wirklich durch die Oxydation und die Oxydationsproducten erregt wird — dass bei grünen Flagelatten die Vacuolen unter der erregenden Einwirkung des Reductionsprocesses und des freigewordenen Sauerstoffs pulsiren.

Ich habe bereits weiter oben erwähnt, dass die chlorophyllhältigen *Flagellaten* beinahe ausnahmslos durch zwei Vacuolen charakterisirt sind,* welche an der Basis der einen oder zwei Geisseln alternirend pulsiren. Auch bei den in die Familie der *Eugleniden* und *Chloropeltiden* gehörigen *Flagellaten*, welchen STEIN blos eine Vacuole zuschrieb, können diese zwei Vacuolen sehr gut unterschieden werden, und wurden es auch beide bei *Euglena* bereits von CLAPARÈDE und bestimmter von CARTER, nur dass diese Forscher die eine Vacuole unrichtig aufgefasst hatten; doch selbst aus der von STEIN gelieferten Beschreibung geht das Vorhandensein einer zweiten Vacuole mit Wahrscheinlichkeit hervor, und wird auch von STEIN nicht als unmöglich ausgeschlossen. Ich halte es für nöthig auf diesen Gegenstand — wie ich bereits oben andeutete — zurückzukehren, da die zwei verschiedenen Aufgaben dienenden Vacuolen zum Verständniss der einheitlichen Organisation und der Ernährungsverhältnisse der Flagellaten, meines Erachtens, von Wichtigkeit sind.

Die eine Vacuole der *Euglenen* wurde, wie bekannt, bereits von EHRENBERG unterschieden, nur dass dieser Forscher, den wahren Werth gänzlich verkennend, dieselbe für den Markknoten hielt. FOCKE hat in seinen Abbildungen die wechselnden Contouren der einen Vacuole der Euglena sehr charakteristisch wiedergegeben,[1] aber, trotzdem er deren vollständiges Verschwinden bei Jodbehandlung hervorhob,[1] an der EHRENBERG'schen Auffassung festgehalten und sie als Markknoten bezeichnet. LACHMANN betont die durch CLAPARÈDE erfolgte Entdeckung der contractilen Vacuolen bei *Euglena Pleuronectes* (= *Phacus Pleuronectes Duj.*) und *E. Acus*, und knüpft hieran folgende Bemerkung: «Bei den Euglenen ist das Auffinden der contractilen Stelle, ausser durch die Beweglichkeit der Thiere, noch besonders erschwert, dass sie gerade über oder dicht neben dem hellen von EHREBERG als Markknoten gedeuteten Fleck liegt.»[2]

Da das neben oder über der pulsirenden Vacuole gelegene und als Ganglion angesprochene Organ in der That vorhanden und — wie zuerst CARTER, dann STEIN nachwies — auch nichts anderes, als eine pulsirende Vacuole ist: wird es klar, dass CLAPARÈDE beide Vacuolen sehen musste.

Ueber die, auf die Vacuolen von *Euglena* bezüglichen CARTER'schen Untersuchungen giebt STEIN folgendes Resumé: «CARTER gebührt das Verdienst, in diesem Gebilde zuerst einen contractilen Behälter erkannt zu haben. Anfangs fiel ihm nur die verschiedene Form und Grösse, die der Behälter bei den einzelnen Individuen zeigt, auf, später aber beobachtete er auch die allmälige, jedoch nie ganz vollständige Entleerung desselben. Der nähere Hergang konnte nur an ruhenden, kuglig contrahirten Euglenen, welche sich zu encystiren im Begriff standen oder bereits encystirt waren und aus den Cysten herausgesprengt und möglichst platt gedrückt wurden, beobachtet werden. Alsdann zeigte sich zur Seite des eigentlichen contractilen Behälters ein sehr kleiner, mit ihm in Verbindung stehender Nebenbehälter (Sinus), der sich nach und nach mit Flüssigkeit füllt und sehr bedeutend ausdehnt und dann seinen Inhalt in den Hauptbehälter ergiesst, wodurch dieser prall erfüllt wird, während der Nebenbehälter auf sein ursprüngliches Volumen zurücksinkt und als ein ganz winziges Bläschen erscheint. Hierauf füllt sich der Nebenbehälter von Neuem, und je mehr dies geschieht, einen um so grösseren Druck übt er auf den Hauptbehälter aus, wodurch dieser zum grössten Theil entleert wird, um alsdann wieder von dem sich nun entleerenden Nebenbehälter gefüllt zu werden.»[3]

* Mehr wie zwei Vacuolen fand CIENKOWSKI bei *Hydrurus* und den Schwärmern einer *Palmellen*-Art. Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. Bd. VI. (1870) 422.

[1] Physiologische Studien. II. H. 1854. Taf. IV.

[1] S. 60. Erklärung zu Fig. 23.

[2] Ueber die Organisation der Infusorien. AAP. (1856) 369.

[3] III. S. 144. CARTER, Annals of. natur. History. Bd. 20. (1857) 34—35.

Nach den STEIN'schen Untersuchungen steht bei den *Euglenen* die einzige Vacuole mit dem Schlund in Verbindung. Das letzterwähnte Organ, nämlich der Schlund wurde zwar von MORREN bereits im Jahre 1843 bei *Euglena sanguinea* entdeckt,[1] doch gebührt unstreitbar STEIN das Verdienst, das Vorkommen dieses in morphologischer Hinsicht hochwichtigen Organs bei sämmtlichen *Euglenen* und zahlreichen anderen grünen *Flagellaten* nachgewiesen, genau und getreu abgebildet zu haben. Die Oeffnung des Schlundes nach der Aussenwelt, also der Mund, stellt ein kleines kreisförmiges, an der Basis der zumeist einzelnen, selten doppelten Geissel am vorderen Körperende situirtes Loch vor, welches jedoch nur selten gerade an der Spitze sitzt, viel häufiger — besonders bei metabolischen Formen, wie z. B. bei *Euglena viridis* und *E. deres* — etwas zur Seite gedrängt ist und bei seitlicher Ansicht als von einer etwas vorspringenden Ober- und Unterlippe begrenzter kleiner vertiefter Ausschnitt erscheint. Diese interlabiale kleine Vertiefung war schon älteren Forschern, wie EHRENBERG und DUJARDIN bekannt und findet sich bei ihnen auch charakteristisch abgebildet; EHRENBERG brachte sogar die Vermuthung zum Ausdruck, dass hier die Mundöffnung zu suchen sei.[2] Die Mundöffnung führt in einen nach innen sich verjüngenden, leicht S-förmig gebogenen trompetenartigen Schlund, welcher mit der eingestülpten Cuticula ausgekleidet ist, und, abgesehen von den fehlenden Cilien und dem viel engeren und feineren Bau, mit dem bei zahlreichen Ciliaten (z. B. den *Vorticellinen, Paramecien, Colpoda, Colpidium* etc.) vorhandenen trompetenförmigen Schlund übereinstimmt. Hat man dieses von STEIN sehr genau und getreu abgebildete Organ bereits einmal bei einer grösseren *Euglene,* z. B. der von EHRENBERG als *Amblyophis viridis* bezeichneten, relativ gigantischen und träge sich bewegenden Form oder bei den grossen Exemplaren von *Euglena Oxyuris* und *Phacus Pleuronectes* erkannt, so wird man es auch bei den kleineren Formen leicht auffinden. Nach STEIN steht die einzige pulsirende Vacuole mit dem inneren, unbestimmt begrenzten Ende dieses Schlundes mittelst eines feinen Ganges in Verbindung und scheint somit wie an einem Stiel zu hängen. «Der Behälter — sagt STEIN[1] — schwoll bald mehr auf, bald zog er sich auf ein geringeres Volumen zusammen, nahm auch wohl eine unregelmässige lappige Form an, zuletzt aber schwand seine Verbindung mit dem Schlunde, und er rundete sich nun wieder zu dem gewöhnlichen Blasenraum ab. Einen Nebenbehälter vermochte ich bisher nicht aufzufinden, wenn ein solcher existirt, so müsste er geradezu als der eigentliche Behälter gedeutet werden. — — Ich schliesse aus diesen und vielen ähnlichen Beobachtungen auf eine doppelte Function des contractilen Behälters bei den Euglenen und den verwandten Flagellaten. Es wird nämlich einerseits die durch den Mund und Schlund eindringende flüssige Nahrung aufnehmen und durch seine wenn auch nur unvollständige Contractionen in die umgebende Leibessubstanz hineindrängen, andererseits aber auch in ihm aus der Leibeshöhle zusammenströmende Flüssigkeiten auf dem umgekehrten Wege nach aussen befördern.»

Es wird wohl keiner langen Beweisführung bedürfen, um einzusehen, dass die der STEIN'schen Auffassung entsprechende zweiseitige und zwar ganz antagonistische Function der Vacuole bei *Euglenen* und verwandten *Flagellaten* kaum denkbar ist; STEIN hat dies offenbar selbst am besten gefühlt, daher auch das mögliche Vorhandensein der CARTER'schen Nebenvacuole nicht ausgeschlossen; würde letztere wirklich existiren, so wäre er geneigt, diese als eigentliche pulsirende, d. h. entleerende Vacuole anzusprechen, während die mit dem inneren Schlundende zusammenhängende Vacuole in diesem Falle naturgemäss blos zur Einleitung von Flüssigkeit in den Flagellatenleib dienen könnte. Nach eingehenden und wiederholten Untersuchungen glaube ich mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass den *Euglenen, Phacus*-Arten und anderen verwandten grünen *Flagellaten* in der That zwei Vacuolen zukommen; die von STEIN sehr genau beschriebene Vacuole steht mit dem unteren Schlundende in Verbindung und dient ausschliesslich dem Zweck, das durch den Schlund einströmende Wasser durch träge und nie zu einer vollkommenen Entleerung führende Contractionen in das Protoplasma zu drücken, wo es durch nicht unmittelbar sichtbare Bahnen vertheilt wird; dagegen entspricht die andere Vacuole — CARTER's Nebenvacuole, EHRENBERG's Markkno-

[1] Recherches sur la rubréfaction des eaux. Nouv. Memoires de l'Acad. roy. du Bruxelles. Vgl. STEIN III. 66.

[2] Infusionsthierchen. 100.

[1] III. 144.

ten, dessen Vorhandensein auch Claparède bestätigt —, welche beiläufig um die Mitte des Schlundes oder noch etwas weiter oben situirt ist, der pulsirenden Vacuole der Ciliaten. Bei den *Euglenen* liegen zwar beide Vacuolen in der Rindenschicht, aber an entgegengesetzten Seiten, so dass bei einer Einstellung des Linsensystems auf die Körperoberfläche blos die eine sichtbar ist und bei Auf- und Niederschrauben der Mikrometerschraube beide Vacuolen zu einem Trugbild verschmelzen, welches den Anschein hat, als ob nur eine Vacuole vorhanden und die andere blos eine lappenförmige Ausbuchtung derselben wäre. Ohne Zweifel entspricht einem solchen Bilde Stein's Abbildung der gelappten Vacuole von *Phacus Pleuronectes*;[1] die Contouren sind ganz naturgetreu, nur ist der Zusammenhang zwischen der oberen und unteren Bucht blos ein scheinbarer; erstere entspricht einer besonderen, der eigentlichen Vacuole und findet sich auf der einen Figur (64) auch bei Stein von der unteren getrennt abgebildet. Der abgeplattete Leib von *Phacus Pleuronectes* eignet sich gerade ganz vorzüglich zum Studium der beiden Vacuolen. Bei diesem *Flagellaten* erhebt sich bekanntlich auf der etwas convexen Fläche — nennen wir sie Rückenfläche — des flachgedrückten Körpers ein scharfer Kamm, welcher den Körper in eine rechte und linke Seite theilt, und es ist hier die Situirung der einen Vacuole an der Schlundbasis auf der Bauchseite, der anderen aber um die Mitte des Schlundes auf der Rückenseite, sehr deutlich auszunehmen. Will man diese durch den seitlich situirten Augenfleck bezeichnete eigentliche Vacuole in ihrer Thätigkeit beobachten — was bei den trägen Bewegungen der grösseren *Euglenen* und den längere Zeit an einer Stelle regungslos verweilenden *Phacus-Arten* mit keinerlei Schwierigkeiten verbunden ist — so kann man sich von den in regelmässigen Intervallen erfolgenden Pulsationen, so wie auch davon überzeugen, dass bei Systole der Inhalt der Vacuole durch einen überaus feinen, aber bei den grösseren *Euglenen* häufig sehr deutlich zu unterscheidenden spaltförmigen Gang in das Mundende des Schlundes entleert wird, wo die kreisförmige Contour der Entleerungsöffnung sehr scharf zu sehen ist. Bei der grossen *Euglena sanguinea* treten im Umkreis der Vacuole zu Beginn der Systole ähnliche rosettenförmige Buchten auf, wie bei vielen Ciliaten. Bei kugelig contrahirten *Euglenen* lassen sich drei Vacuolen unterscheiden: hiervon ist die eine zur Einleitung von Wasser bestimmt, die zweite pulsirt, die dritte endlich, welche den anderen zwei an Grösse nachsteht und welche sich während der Systole der durch den Augenfleck gekennzeichneten Vacuole anfüllt und hinterher, wenn jene in Diastole ist, verschwindet, ist zweifelsohne nichts weiter, als der vorhin erwähnte Ausführungsgang, welcher während der durch die kugelige Contraction der *Euglene* bedingten Verkürzung der Längsachse auseinander gezerrt und zu einer Nebenvacuole dilatirt wird. Es ist bekannt, dass die Vacuolen der Protisten, wenn diese unter dem Deckglas in nicht erneuertem, also erschöpftem und mit Stoffwechselproducten inficirtem Tropfen längere Zeit gehalten werden mit zunehmender Trägheit functioniren und ihre Thätigkeit endlich ganz einstellen; dies kann auch an den *Euglenen* und *Phacus*-Arten beobachtet werden, wo dann die am Schlundende und neben dem Augenfleck situirten Vacuolen unter solchen Umständen zu pulsiren aufhören, wobei der Ausführungsgang der letzteren gleichfalls zu einem kugeligen Hohlraum sich erweitert, in welchem Zustand die drei Vacuolen leicht für eine mit drei Ausbuchtungen versehene einzige Vacuole könnte angesehen werden, wie sie von Stein bei *Phacus Pleuronectes* abgebildet wurde.[1]

Nach den Vorgetragenen, welche Stein's Untersuchungen zum Theil modificiren, zum Theil ergänzen, und die Abweichungen zwischen der Carter'schen und der Stein'schen Auffassung einigermassen ausgleichen, sind die *Euglenen* und *Phacus*-Arten sowie auch alle übrigen chlorophyllhältigen Flagellaten, welche von Stein in die Familien der *Eugleniden* und *Chloropeltiden* einbezogen wurden, mit einem trompetenförmigen Schlund versehen, welcher fortwährend Wasser in die, sowohl von Stein, wie auch von Carter unterschiedene Vacuole leitet; diese Vacuole, welche mit dem inneren Ende des Schlundes zusammenhängt und welche ich nach ihrer Function als *Schlingvacuole* bezeichnen will, füllt sich durch den Schlund, um dann ihren Inhalt in das Protoplasma zu drücken, was bereits Stein erkannte. Die eigentliche pulsirende Vacuole ist weiter oben neben dem Augenfleck situirt; es ist das die von Carter als Nebenvacuole bezeichnete, welche Stein — wenn sich

[1] III. Taf. XIX. Fig. 58. 59. 60. 63. 64.

[1] III. Taf. XIX. Fig. 60. 64.

deren Vorkommen bestätigte — geneigt ist für die wirkliche contractile Vacuole zu halten; in der That ist sie es, welche die sich in ihr ansammelnde Flüssigkeit durch einen feinen, gelegentlich zu einer Nebenvacuole sich erweiternden Gang und eine kleine kreisförmige Oeffnung in die obere Schlundpartie entleert; letztere stellt also ein der Einleitung und Entleerung von Flüssigkeit dienendes Vestibulum vor. Demgemäss wird der Körper der angeführten Flagellaten vermittelst der antagonistisch wirkenden zwei Vacuolen von einem regelmässigen und constanten Flüssigkeitsstrom durchrieselt: durch die Schlingvacuole wird das durch den Schlund einströmende Wasser in das Protoplasma gedrückt, durchströmt den Körper, tauscht hier die ernährende Gasart gegen Zersetzungsgase aus und sammelt sich endlich in der pulsirenden Vacuole an, von welcher es ausgetrieben wird.

Ich kann nicht umhin, die auffallende Uebereinstimmung, welche zwischen den von den Algen, namentlich den Palmellaceen nur schwer trennbaren *Euglenen* und den nach Stein höchsten Repräsentanten der Ciliaten, nämlich den *Vorticellinen*, hinsichtlich des Baues und der Situirung des Schlundes und der pulsirenden Vacuole besteht, an dieser Stelle hervorzuheben. Bei den *Vorticellinen* (welchen auch die *Ophrydinen* und *Urceolarinen* anzureihen sind) führt der von den Autoren als Pharynx oder Oesophagus bezeichnete, nach unten zu sich verjüngende Theil des trompetenförmigen Schlundes in einen spindel- oder citronenförmigen Hohlraum; dieser Hohlraum entspricht vollkommen der Schlingvacuole der Euglenen und fördert den durch den Schlund aufgenommen Inhalt mittelst rhythmischer Contractionen weiter, und zwar nicht auf unsichtbaren Bahnen, sondern durch einen bei den grösseren *Vorticellinen* — wie dies aus den Untersuchungen von Greeff[1] und Wrzesniowski[2] bekannt ist — deutlich ausnehmbaren, feinen bogenförmigen Gang, welcher den Schlundinhalt aus dem Ectoplasma in das Entoplasma überführt. Die pulsirende Vacuole befindet sich auch bei den *Vorticellinen* neben dem Schlund und lässt ihren Inhalt entweder unmittelbar, oder durch Vermittlung eines feinen Ganges, oder eines zu einer Nebenvacuole sich erweiternden Behälters in die als Vestibulum bezeichnete vorderste Schlundpartie gelangen. Die bei dieser Einrichtung sich zeigenden morphologischen Unterschiede sind von untergeordneter Bedeutung und beschränken sich einfach auf die Grösse und auf den Grad der Differenzirung, welcher bei den *Vorticellinen* höher, als bei den *Euglenen* ist; dagegen ist die Aufgabe von Schlund und Schlingvacuole in dem Maasse verschieden, als die Ernährung der mittelst Chlorophylls assimilirenden *Euglenen* von der Ernährung der *Vorticellinen* abweicht; die *Euglenen* nehmen nämlich blos Wasser auf, während die *Vorticellinen* mit dem Wasser auch organische Nahrung verschlingen und die Entleerungsöffnung ihrer pulsirenden Vacuole dient zugleich auch zum Entleeren unverdaulicher Nahrungsbestandtheile.

Differenzirungen, welche zur Aufnahme und Verdauung der Nahrung dienen.

Die Lehre vom polygastrischen Apparat fand, nachdem deren Unhaltbarkeit von Dujardin, Meyen und von v. Siebold nachgewiesen wurde, keine Anhänger mehr unter den neueren Forschern; blos Ehrenberg machte noch am Abend seines Lebens den Versuch, dieselbe mit dem Vollgewicht seines Ansehens zu vertheidigen.[1] Ehrenberg äussert sich in dieser Publication über den Werth der neueren Forschungen mit einer beleidigenden Geringschätzung, weist aber keine einzige neue Beobachtung vor, sondern beschränkt sich darauf, seine alten Präparate hervorzuholen und an den vor 27 Jahren auf Glasplatten angetrockneten Infusorien mit Hilfe seiner Phantasie den nämlichen polygastrischen Apparat zu reconstruiren, an dessen Existenz er seit 1830 mit einer, einer besseren Sache würdigen Zähigkeit festhielt. Solche Präparate, bei welchen man in den verzerrt eingetrockneten Infusorienleib die meisten Details erst hineindenken muss, führen auf die schlüpfrige Bahn der subjectiven Auffassung und beweisen eigentlich gar nichts; denn so wie das launische Spiel der Phantasie einem jeden, je nach seinem momentanen Gemüthszustand verschiedene Bil-

[1] Untersuchungen über die Naturgesch. der Vorticellen, AN. 37. Jahrg. (1871) Bd. I. S. 200.

[2] Beiträge z. Naturgesch. d. Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 303.

[1] Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisationspräparate des mikroskopischen Lebens. Abhandl. der Berliner Akad. der Wissensch. aus dem Jahre 1862. Berlin 1863. S. 39—74. Mit 3 Kupfertafeln.

der in die Wolken zaubert: eben so verhält sich die Sache mit den durch Eintrocknen hergestellten Nebelbildern der Infusorien, und wenn Stein es trotzdem für nothwendig hielt, die Ehrenberg'sché Enuntiation durch gründliche und umständliche Beweisführung zu widerlegen und zurückzuweisen [1] so leitete ihn dabei gewiss nicht die einer neueren Widerlegung bedürftige Natur der veralteten Lehren, als vielmehr der Name und das grosse Ansehen des Autors.

Der Streit über den polygastrischen Verdauungsapparat war hiermit zwar endgiltig erledigt, doch wurde die von Dujardin, Meyen und v. Siebold aufgestellte Ansicht, obschon sich ihr mit Stein auch die meisten Forscher anschlossen, trotzdem nicht allgemein acceptirt.

Wie weit auch die Ansichten über die Ernährungsorgane der Protisten von einander abweichen mögen, in dem einen Punkt sind alle Forscher einer Meinung, dass die Verdauung durch die granulirte Körpersubstanz verrichtet wird; bei Protisten also, ohne consistentere Rindenschicht und diese bedeckende Cuticula, ist die gesammte Körpersubstanz in gleichem Maasse befähigt Nahrung aufzunehmen und zu verdauen; als Beispiel mögen hier die *Polythalamien* angeführt werden, welche mittelst der aus der durchlöcherten Schale weit vorstreckbaren und durch lebhafte Körnchenströmungen ausgezeichneten Pseudopodien und deren um die Beute verschmelzenden Substanz verdauen und assimiliren; bei anderen Rhizopoden hingegen, wie z. B. den *Heliozoen* kann sich an jedem beliebigen Punkt der Körperoberfläche eine interimistische Mundöffnung bilden, durch welche die Nahrung aufgenommen wird, während die unverdaulichen Theile gleichfalls durch temporäre Oeffnungen entleert werden.

Auch darüber ist man einer Meinung, dass die *Gregarinen,* sowie jene unter den Ciliaten, welche sich nach Ars der parasitischen Würmer ernähren, die Nahrung an der ganzen Körperoberfläche aufsaugen.

Bei allen Protisten, welche feste Nahrung aufnehmen und bei welchen das breiartige, granulirte Entoplasma von einer consistenteren und häufig von einer Cuticula bedeckten Rindenschicht begrenzt wird, so namentlich bei einem Theil der *Rhizopoden,* den *Noctilucen, Flagellaten* und *Ciliaten,* werden die durch die Corticalschicht eingedrungenen Nahrungsbestandtheile im Entoplasma verdaut. Auch diesbezüglich giebt es keine Meinungsunterschiede; das die Verdauung verrichtende Innere des Protistenleibes aber erlitt wesentlich verschiedene Erklärungen.

Schon die zwei ersten Forscher, welche den polygastrischen Darmapparat Ehrenberg's zurückwiesen, waren verschiedener Ansicht. Während nämlich Dujardin das Entoplasma der Protisten als eine in die consistentere Corticalschicht ohne Grenze übergehende flüssigere Sarcode ansprach, sah Meyen im Protistenleib — wie zu jener Zeit auch in den zuerst von ihm damit verglichenen Pflanzenzellen — Bläschen oder Schläuche, deren innerer Hohlraum mit einer schleimiggelatinösen Substanz angefüllt ist.[1] Der Dujardin'schen Ansicht schlossen v. Siebold, Stein und die Mehrzahl der neueren Forscher sich an, während Cohn, Lachmann, dann auch Claparède, ferner Carter, Lieberkühn und Oscar Schmidt die Meyen'sche Auffassung theilten, zu welcher in neuerer Zeit auch Greeff wieder zurückkehrte.

Die Meyen'sche Auffassung wurde von Cohn,[2] in bestimmterer Form aber von Lachmann[3] ausgeführt; nach letzterem Forscher wird durch die Corticalschicht, welche allein den Infusorienleib bildet, eine weiter Verdauungshöhle, d. i. der Magen eingeschlossen, dessen granulirter, flüssiger, häufig in lebhafter Circulation befindlicher Inhalt nichts anderes, als Speisebrei, Chymus sein kann. Von Claparède wurde diese Ansicht vollinhaltlich acceptirt und in dem mit Lachmann gemeinschaftlich herausgegebenen grossen Werke ausser den *Ciliaten* auch auf die mit Mund und Schlund versehenen *Flagellaten,* sowie von den *Rhizopoden* auf die *Amoeben* ausgedehnt. Wie leicht einzusehen, musste diese Ansicht in Gemeinschaft mit der Verwerfung der Einzelligkeitslehre, die consequenten Forscher, wie bereits oben erwähnt, nothgedrungen zu dem Ausspruch führen, dass die Protisten ihrer Organisation nach im Wesentlichen mit den Coelenteraten übereinstimmen, und mithin als Vertreter einer Unterabtheilung dieses Typus anzusehen sind.[4]

[1] II. S. 33—40.

[1] Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1839) 75.

[2] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 267.

[3] Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 358—59.

[4] Études I. 59

Nach CLAPARÈDE und LACHMANN gibt es aber einige Ciliaten, namentlich *Trachelius Ovum* und *Loxodes Rostrum*, welche statt einer einzigen geräumigen Verdauungshöhle, mit einem von einer Membran umschlossenen, verzweigten, echten Darmkanal versehen sind, welcher von der Körperwand durch einen mit wasserklarer Flüssigkeit gefüllten weiten Hohlraum getrennt ist.[1] In einer späteren Arbeit macht CLAPARÈDE noch die gelegentliche Bemerkung, dass *Trachelius Ovum* ein unverkennbares Bindeglied zwischen Infusorien und dendrocoelen Turbellarien bildet, gerade so, wie andere Infusorien die Verbindung mit den rhabdocoelen Turbellarien herstellen.[2] Demnach würden zwischen Infusorien, Turbellarien und Coelenteraten innige Verwandtschaftsbande bestehen, was durch neuere Untersuchungen keineswegs bestätigt wurde, und die ganze Uebereinstimmung zwischen Infusorien und Turbellarien beschränkt sich darauf, dass laut Untersuchungen von ULIANIN und GRAFF,[3] der Darmkanal bei einem Theil der Turbellarien (Acoela Ulianin) gänzlich fehlt und die Nahrung durch die kleine Mundöffnung in eine an Vacuolen und Fetttröpfchen reiche, weiche Substanz gelangt; aus diesem Sachverhalt wird aber meines Erachtens von GRAFF, wie vor ihm von CLAPARÈDE ganz unberechtigt auf eine nahe Verwandtschaft zwischen Infusorien und Turbellarien gefolgert, da doch letztere mit ihrem aus Geweben aufgebauten Körper von den ersteren sehr wesentlich differiren, auch lässt sich nach einer kurzen Bemerkung bei GRAFF das Vorhandensein dieses wesentlichen Unterschiedes auch hinsichtlich der Marksubstanz der Infusorien und acoelen Turbellarien folgern. GRAFF sagt nämlich, dass bei *Schizoprona venenosa* einzelne Stücke der zerrissenen Marksubstanz amoeboide Bewegungen zeigten, woraus wohl gefolgert werden kann, dass die Marksubstanz bei den acoelen Turbellarien aus amoeboiden Zellen zusammengesetzt ist, während sie bei den Infusorien aus homogener Sarcode besteht, deren isolirte Stücke zu amoeboiden Bewegungen nicht befähigt sind.

Sehr entschieden sprach sich in neuerer Zeit für die, nach dem Erscheinen der beiden STEIN'schen Monographien von den meisten Forschern verworfene CLAPARÈDE LACHMANN'sche Auffassung RICHARD GREEFF aus; nach ihm bildet die Körperhöhle der Infusorien im strengsten Sinn des Wortes einen *Gastrovascularraum*, welcher die Arbeit der Verdauung und Circulation in der nämlichen Weise, wie bei Coelenteraten, verrichtet und einen aus zum Theil in Verdauung begriffenen, zum Theil bereits verflüssigten Nahrungsmitteln bestehenden dünnflüssigen Brei, also Chymus enthält, welcher durch neue Nahrungs- und Wasseraufnahme durch den Mund, sowie in Folge der durch die Afteröffnung erfolgenden Entleerungen der nicht assimilirbaren Stoffe einen fortwährenden Wechsel erleidet.[1]

Die von STEIN gegen CLAPARÈDE und LACHMANN angeführten Beweisgründe,[2] sind auch zur Widerlegung der von GREEFF erneuerten Lehre vollkommen ausreichend. Wo die consistentere Rindenschicht des Körpers ohne jede Grenze in die innere Marksubstanz übergeht, welche, abgesehen von ihrer flüssigeren Consistenz, ganz dasselbe Verhalten gegen Reagentien zeigt, wie die Rindenschicht, da kann von einer Körperhöhle gewiss keine Rede sein. Würden die Infusorien wirklich eine von Chymus erfüllte Körperhöhle einschliessen, so wäre ohne Zweifel zu erwarten, dass der Chymus, bei Verletzungen des Infusorienleibes ausfliesse und die Körperhöhle sichtbar würde. Wird nun versuchsweise ein grösseres Infusionsthier, z. B. eine *Stylonychia* zerschnitten, so sieht man die Schnittfläche längere Zeit hindurch unverändert bleiben und gewiss keinen Tropfen Chymus ausfliessen. Als wichtiger Beweis gegen die Anwesenheit einer Körperhöhle kann noch angeführt werden, dass die mundlosen *Opalininen, Acinetinen* und *Gregarinen* die nämliche breiartige Substanz einschliessen, wie die mit Mund versehenen Protisten, trotzdem bei ihnen, da sie keine der Verdauung bedürftige Nahrung aufnehmen, von einem Chymus gewiss keine Rede sein kann.

Aus alldem kann gefolgert werden, dass die flüssigere granulirte Binnensubstanz der Protisten durchaus nicht dem Chymus entspricht, welcher eine besondere Körperhöhle ausfüllt, sondern, wie dies bereits von DUJARDIN und v. SIEBOLD gelehrt wurde, der flüssigere innere Theil der den ganzen

[1] I. 33.

[2] Beobachtungen über Anatomie und Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie angestellt. Mit 18. Kupfertafeln. Leipzig 1863. 14.

[3] Kurze Berichte über fortgesetzte Turbellarien-Studien. ZWZ. XXX. Supplem. (1878) 463.

[1] Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. 37. Jahrg. I. B. (1871) 191—192.

[2] I. 58—60.

Protistenleib bildenden Sarcode, also des Protoplasma selbst ist, welche wir zur Unterscheidung von der consistenteren äusseren Schicht, dem Rindenplasma (Ectoplasma), schon weiter oben als Binnenplasma (Entoplasma) bezeichneten, und welche bei den verdauenden Protisten selbstverständlich auch den Chymus enthält, indem die Verdauung oder Chymification hier vor sich geht. Der Ausdruck Chymus wäre aber trotzdem hier eben so wenig am Platze, wie bei den Gewebszellen, ausser man wollte sich einer Synecdoche bedienen und den Namen des Enthaltenen auf das Ganze appliciren.

Der bei *Trachelius Ovum* und *Loxodes Rostrum* angeblich vorhandene verzweigte Darm, ist nach neueren Untersuchungen nichts weiter, als ein Protoplasmagerüst, wie es bei rasch wachsenden Pflanzenzellen so häufig vorkommt; ein mit diesem ganz übereinstimmendes, von wasserklaren Hohlräumen unterbrochenes verästeltes Protoplasmagerüst ist bei den Noctilucen schon lange her bekannt und wurde ganz richtig aufgefasst.[1]

Als man bereits glaubte sich der Annahme hingeben zu können, dass das Vorkommen eines Darmes bei den Protisten nicht mehr zur Sprache kommen könne, erhoben sich in neuester Zeit wieder zwei Forscher mit der grössten Entschiedenheit für das Vorhandensein eines Darmkanals. Der eine, Balbiani, schreibt blos *Didinium nasutum* einen Darm zu,[2] während der andere, Fromentel, bei allen Infusorien, ja er ist sogar geneigt auch bei den *Flagellaten* und *Amoeben* einen Darm anzunehmen.[3]

Fromentel stützt sich in seinem Werke, welches *Ciliaten, Flagellaten, Schyzomyceten* und *Amoeben* umfasst, ausser den, bei allen werthvollen Details denn doch im Ganzen dilettantenhaften Untersuchungen der Mme Jobard-Muteau, nur noch auf die in den Studien von Claparède und Lachmann enthaltenen Angaben, und lässt die Untersuchungen der angesehensten neueren Forscher, namentlich auch die von Stein, ganz unberücksichtigt. Von der Thatsache ausgehend, dass selbst Claparède und Lachmann gezwungen waren bei *Trachelius Ovum* und *Loxodes Rostrum* die Anwesenheit eines Darmkanals anzuerkennen, und ganz unbekümmert um den längst erfolgten Nachweis vom wahren Werth dieses angeblichen verzweigten Darmkanals, endlich trotzdem er, nach seinen eigenen Worten,[1] einen solchen verästelten Darmkanal selbst niemals gesehen hat, genügt ihm diese grundfalsche Angabe dennoch zur Verallgemeinerung.

Heute — sagt Fromentel[2] — als selbst die entschiedensten Gegner eines Darmsystems bei den *Microzoën*, theils durch Beweisführung, theils durch directe Beobachtung, gezwungen sind, die Existenz eines mit besonderer Membran ausgestatteten Darmapparates zuzugeben, bleibt nur noch übrig, die Natur und die Structur dieses Organs bei den verschiedenen *Microzoën* zu untersuchen.

Wahrlich ein wunderbarer Ideengang! Claparède und Lachmann haben *Trachelius Ovum* und *Loxodes Rostrum* einen von einer besonderen Membran begrenzten verzweigten Darmkanal zugeschrieben, während, nach ihrer Meinung, die übrigen Infusorien denselben entbehren und in der weiten Körperhöhle verdauen; Fromentel selbst hat einen solchen verzweigten Darmkanal nicht gesehen und basirt trotzdem hierauf die Behauptung, dass alle Protisten mit einem Darmkanal versehen sind!

Das Darmrohr der Infusorien — sagt Fromentel weiter — geht bald direct vom Mund, bald vom unteren Ende des Oesophagus aus, und endigt, nachdem es im Leib des Thieres einen kürzeren oder längeren gebuchteten Weg beschrieb, mit der Afteröffnung; es wird durch eine sehr durchsichtige, feine Membran von ausgezeichneter Elasticität gebildet. Diese Membran ist ganz in die von Dujardin Sarcode genannte, weiche, durchsichtige, einer dicken Gummilösung ähnliche Substanz eingehüllt. In die letztere Substanz, welche bei den Infusorien das Zellgewebe der höheren Thiere vertritt, sind sämmtliche Organe für Verdauung, Circulation und Fortpflanzung eingelagert; sie füllt alle Zwischenräume der inneren Organe aus und wird von der Cuticula, welche die Muskelfäserchen enthält, bedeckt.

Die allgemeine Form des Darmrohres ist bei den verschiedenen *Microzoën* wechselnd; zuweilen zieht es einem weiten Spalt ähnlich (sous l'aspect d'une large fente) vom Mund gerade zum Anus, so bei den

[1] Stein. I. 83. Gegenbaur. Grundzüge der vergl. Anat. II. Aufl. (1870) 103. O. Schmidt. Handb. der vergl. Anat. VI. Aufl. (1872) 85. Haeckel, Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. VII. (1873).

[2] Sur le Didinium nasutum. Arch. de Zoologie expérim. et générale. II. (1873) 376—85.

[3] Études sur les Microzoires. Paris. (1874) 31—37.

[1] Op. cit. 36.

[2] Op. cit. 31.

Stylonychien und *Keronen* etc. Bei den *Stentoren* erstreckt es sich in gerader Richtung vom Oesophagus bis zum unteren Körperende, um sich an der entgegengesetzten Seite aufwärts zu krümmen und die auf der Wimperscheibe befindliche Afteröffnung zu erreichen. Bei den *Vorticellinen, Epistyliden* und *Vaginicolen* etc. beschreibt das Darmrohr beiläufig denselben Weg, nur dass es schraubenförmig gewunden ist und beiläufig einen nach oben offenen 8-er vorstellt. Bei den Arten, welche die Familie der *Paramecien* bilden, läuft das Darmrohr um das ganze Thier herum, vom Mund bis zu dem häufig auf der nämlichen Seite gelegenen After, in anderen Fällen kehrt es um, windet sich um sich selbst und öffnet sich am unteren Ende des Infusoriums. Kurz das Darmrohr kann die verschiedensten Gestalten annehmen.[1]

Bei der Bestimmtheit, mit welcher FROMENTEL die Anwesenheit des mit einer membranösen Wandung versehenen Darmrohres behauptet, kann mit Recht eine in überzeugender Weise geführte Begründung seiner, von der derzeitigen Auffassung so sehr abweichenden Behauptung erwartet werden. Die Beweise bleibt uns aber FROMENTEL schuldig; denn für solche kann die folgende Schilderung des Durchganges der Nahrungstheile durch den angeblichen Darmkanal wohl nicht gehalten werden:

«Nachdem der, unter dem Druck der durch die adoralen Borsten erzeugten Strömung am Grund des Oesophagus gebildete Nahrungsballen, während er die Wandung des Darms auseinanderzog und ausdehnte, die nöthige Grösse erreicht hat, zieht sich das Anfangsstück des Darmrohrs plötzlich hinter dem Nahrungsballen zusammen und schleudert diesen ziemlich weit vom Grund des Oesophagus weg. Hierauf collabirt die membranöse Darmwand unter dem Druck des elastischen Parenchyms und scheint im selben Moment das Ende des Oesophagus aufs Neue zu verschliessen, bis sich unter dem Druck eines neuen Nahrungsballens das vorige Spiel wiederholt. Während sich aber am Grund des Oesophagus ein zweiter Nahrungsballen bildet, bleibt der erste nicht an der innegehabten Stelle, sondern wird durch peristaltische Bewegungen in dem, vor demselben sich öffnenden, hinterher aber mit einer unaussprechlichen Elasticität sich schliessenden Darmrohr vorwärts gedrückt. Der ausserordentlichen Elasticität der membranösen Darmwand und Sarcodesubstanz ist es zu verdanken, dass der von allen Seiten gleichmässig gedrückte Nahrungsballen während des Durchgangs durch den ganzen Darmkanal die Kugelform beibehält, und in Folge der während dieses Durchganges erlittenen Verdauung — deren Arbeit wir nicht beobachten können — stetig kleiner wird, wobei die eingeschlossenen festen Substanzen durch die Verdauung an Gestalt, Grösse und Farbe verändert werden. Endlich gelangt der Nahrungsballen bis zum After und bleibt hier, bevor er ausgestossen wird, eine Zeit lang stecken. Nicht selten kommt es vor, dass mehrere, in Folge dieses Verdauungsprocesses an Masse kleiner gewordene Ballen an dieser Stelle, vor dem Ausstossen zu einer Masse verschmelzen.»[1]

Diese Schilderung liefert wohl unleugbar ein hinlänglich getreues Bild einer Bahn, welche von den mit einem Safthof umgebenen Nahrungsballen — z. B. bei einer *Vorticelle* oder einem *Paramecium* — während der Verdauung im Entoplasma zurückgelegt wird, kann uns aber davon durchaus nicht überzeugen, dass im Verlauf der Bahn die angebliche feine, elastische, membranöse Darmröhre thatsächlich existirt. FROMENTEL verfiel ohne Zweifel in den bereits von EHRENBERG begangenen Irrthum, dass er sich in die durch die Nahrungsballen zurückgelegte Bahn einen Darm hineindachte, welchen er nicht direct sehen konnte, und weicht von EHRENBERG blos darin ab, dass dieser die von Safthöfen umgebenen Nahrungsballen, die sogenannten Verdauungsvacuolen, für Mägen, während FROMENTEL dieselben für Ausbuchtungen des Darms hielt. Die von DUJARDIN gegen den polygastrischen Darmapparat angeführten Beweisgründe schliessen auch das Vorhandensein des FROMENTEL'schen gebuchteten Darmes aus. In der That bedarf die FROMENTEL'sche Lehre keiner neueren Widerlegung, und ich will mich hier blos auf die kurze Anführung einiger Einwände beschränken.

Würden sich die Nahrungsballen in einem, von einer eigenen Membran begrenzten Darmrohr vorwärts bewegen, so wäre überhaupt unerklärlich, wie Verdauungsvacuolen auch in die ausserhalb des Darmverlaufs gelegenen Partieen des Entoplasma gelangen könnten. Wohl ist es wahr, dass die Nahrungsballen sehr häufig blos den, von FROMENTEL

[1] Op. cit. 35.

[1] Op. cit. 33—34.

beschriebenen Bahnen entlang gelegen sind; doch kann sich ein Jeder leicht überzeugen, dass oft das ganze Entoplasma mit Nahrungsballen und Verdauungsvacuolen überfüllt ist. Nicht minder schwer hält es sich auch davon zu überzeugen, dass die auf den von FROMENTEL beschriebenen Bahnen sich vorwärts bewegenden Vacuolen häufig einander aus dem Weg, z. B. von den äusseren Plasmapartieen in die inneren drängen, ferner, dass bei lebhafter Circulation des Entoplasmas die in der äusseren Schichte befindlichen Verdauungsvacuolen vom Strom fortgerissen werden, während die im Centraltheil des Entoplasmas sich befindenden Verdauungsvacuolen oder Nahrungsballen regungslos verharren. In den oben citirten Worten sagt FROMENTEL, dass das Darmrohr bei den *Stentoren* in gerader Linie vom Oesophagus bis zum hinteren Körperende hinzieht, dann auf der entgegengesetzten Seite umkehrt, um die am unteren Theil der Wimperscheibe gelegene Afteröffnung zu erreichen. Wäre das richtig, so könnten Nahrungsballen blos dem geschildert verlaufenden Darm entlang, nicht aber im ganzen Entoplasma zerstreut vorhanden sein; merkwürdiger Weise sind aber die Verdauungsvacuolen der *Stentoren* selbst in den zum FROMENTEL'schen Werk gehörigen Figuren zerstreut abgebildet,[1] was wohl dem natürlichen Sachverhalt entspricht, aber gegen die FROMENTEL'sche Lehre laut protestirt! Bei *Stylonychia*, *Kerone* und mehreren andern Infusorien zieht der Darm, nach FROMENTEL, gleich einem weiten Spalt vom Mund zum After. Das ist absolut undenkbar und würde auch den dem FROMENTEL'schen Werk beigefügten Abbildungen widersprechen. Bei den *Oxytrichinen* befindet sich nämlich der Mund im hinteren Winkel des Peristoms und führt von hier links durch einen sehr kurzen Schlund zu einer in die rechte Körperhälfte des Thierchens hinüberneigenden Schlingvacuole, was auf einer Zeichnung der MME JOBARD-MUTEAU sehr naturgetreu wiedergegeben ist;[2] würde nun der einem weiten Spalt gleichende Darm (worunter wohl nur die thatsächlich einem Spalt gleichende Schlingvacuole gemeint sein kann) gerade zum After führen, so müsste letzterer folgerichtig auf der rechten Seite des Körpers liegen; bekannterweise befindet sich aber die Afteröffnung nicht hier, sondern unterhalb der contractilen Vacuole, am entgegengesetzten linkseitigen Körperrand. Zugegeben noch, dass unter «directement» nicht ein gerader Verlauf, sondern der von der Mund- zur Afteröffnung führende kürzeste Weg zu verstehen ist: in diesem Falle müsste der Darm in der Aequatorialgegend des Infusorienleibes eine etwas nach abwärts gebogene ⌒-förmige Röhre vorstellen; doch selbst das zugegeben, welche Erklärung müsste da den auf den Abbildungen der MME JOBARD-MUTEAU[1] theils unregelmässig zerstreuten, theils den Körpersaum entlang angeordneten Nahrungsballen gegeben werden? Aus alldem geht hervor, dass die von FROMENTEL mit grosser Entschiedenheit ausgesprochene Lehre mit den Beobachtungsergebnissen nicht im Einklang steht, ja sogar durch die Details der seinem eigenen Werk beigegebenen Abbildungen glänzend widergelegt wird.

Trotzdem halte ich an dieser Stelle einige Bemerkungen auf die folgenden Worte FROMENTEL's für nothwendig: «Wir behaupteten weiter oben, dass die Membran des durch die sarcodische Substanz comprimirten Darmes in einem Maasse reducirt sein kann, welches ihn der Aufmerksamkeit gänzlich entzieht; in anderen Fällen bleibt selbst der leere Darm dem ganzen Verlauf entlang sichtbar; dieser Sachverhalt ist besonders bei den Pigment enthaltenden Infusorien leicht zu constatiren, weil bei diesen das Darmrohr von wenig oder gar keinem Pigment umgeben, in seinem Verlauf klar hervortritt.»[2] An dieser Stelle bezieht sich FROMENTEL auf Taf. XV, Fig. 6, wo der ganze Verlauf des Darmrohres deutlich zu sehen ist.

Auf der citirten Abbildung ist aber absolut kein Detail zu entdecken, welches als Darmrohr könnte angesprochen werden, hingegen ist auf der mit derselben Nummer (6) bezeichneten Figur der folgenden, XVI. Tafel ein spiralig gewundener Darm bezeichnet; das Citat ist also falsch und kann sich blos auf letztere Figur beziehen. Diese Figur stellt ein Chlorophyllkörperchen enthaltendes heterotriches Infusionsthier vor, von FROMENTEL *Leucophrys patula* genannt, aber ohne Zweifel mit dem aus den Untersuchungen von STEIN und WRZESNIOWSKI sehr genau bekannten *Climacostomum virens* identisch.[3] Die

[1] Taf. I—II.
[2] Taf. 14. Fig. 6.

[1] Taf. XIII, XIV.
[2] Op. cit. 35.
[3] STEIN, II. 210. Taf. IV. Fig. 2—9. WRZESNIOWSKI, Leucophrys Claparedii. Annal. des sc. natur. 1861. IV. Ser.

Abbildung der Mme JOBARD-MUTEAU ist zwar den von STEIN und WRZESNIOWSKI von demselben Infusorium gelieferten prachtvollen Abbildungen gegenüber überaus unvollkommen, gibt aber die spiralig zum Mund gewundene Wimperzone, den weiten Schlund sowie die am hinteren Körperende befindliche pulsirende Vacuole hinlänglich getreu wieder. Bei der Beschreibung thut FROMENTEL des Kernes, welcher nach STEIN stets einen langen, homogenen cylindrischen Strang bildet, der auf sehr verschiedene Weise gewunden und zusammengekrümmt ist, häufig die Form einer 8 oder einer Schleife darstellt, oder hufeisenförmig, oder fast spiralig zusammengebogen ist,[1] keinerlei Erwähnung,[2] dagegen ist auf der citirten Abbildung genau auf der dem Verlauf des Kernes entsprechenden Stelle, ein spiralig gewundener heller Strang von der Dicke des Kernes angedeutet, welchen die Chlorophyllkörperchen schütter umgeben, und dieses Gebilde ist es, welches von FROMENTEL als ein dem ganzen Verlauf entlang sichtbarer Darmkanal angesprochen wurde.

Alldas erwogen, kann ohne weiteres Zögern behauptet werden, dass der von FROMENTEL entdeckte Darm überhaupt nicht existirt und dass die ganze FROMENTEL'sche Lehre auf lückenhafter und oberflächlicher Beobachtung beruht. Wenn Irgendjemand, so ist's er selbst, auf den seine eigenen Worte angewendet werden können: «Combien on doit regretter, que des travailleurs sérieux, des savants distingués se laissents entrainer par une imagination trop ardente, ou se contentent de continuer à propager des erreurs grossières, sans se donner la peine de vérifier le dire de leurs devanciers!»[3]

Nach den obigen Ausführungen wird man bei einem gewissenhaften Auseinanderhalten von Wahrheit und Dichtung schliesslich doch nur zu dem Ergebniss gelangen, dass alle Forscher, welche den Protisten Verdauungshöhlen, einen oder mehrere Mägen und einen besonderen Darm zuschrieben, im Irrthum waren, und dass der hochverdiente DUJARDIN den Nagel auf den Kopf traf, als er der viel bewunderten EHRENBERG'schen Lehre gegenüber mit aller Entschiedenheit behauptete, dass die Arbeit der Verdauung durch die Sarcode oder das Protoplasma verrichtet wird.

Bei den Protisten, welche feste Nahrung aufnehmen und bei welchen das Entoplasma von einer consistenteren Corticalschicht und häufig auch von einer Cuticula begrenzt wird, können selbstverständlich nicht alle Punkte der Körperoberfläche zum Einlass der Nahrung und Austritt der Excremente gleichmässig geeignet sein; bei diesen, wohin die *Ciliaten, Flagellaten und Noctilucen* gehören, ist eine stabile Mund- und meist eine besondere Afteröffnung entwickelt. Estere leitet die Nahrung mittelst eines beinahe immer gut wahrnehmbaren *Schlundes* oder *Speiseröhre* (*pharynx, oesophagus* bei den verschiedenen Autoren) in das Entoplasma des Protisten, während die letztere blos im Moment der Entleerung sich öffnet, um sich sofort wieder zu verschliessen.

Die Stelle und Structur der Mundes wechselt bei den Ciliaten zwischen verhältnissmässig weiten Grenzen. Was die Stelle betrifft, kann der Mund am vorderen Ende der Längsachse (z. B. *Enchelyodon*), am Rande des abgestutzten, scheibenförmigen vorderen Körperendes (z. B. *Vorticella, Stentor*), in der vorderen Körperhälfte (z. B. *Glaucoma, Kolpoda, Stylonychia*), um die Leibesmitte (z. B. *Urocentrum*), unterhalb dieser (z. B. *Paramecium*) oder endlich noch weiter hinten, beinahe (z. B. *Opistomum*) oder ganz am hinteren Ende (z. B. *Microthorax*) sich befinden, so dass die bei den Turbellarien, bei welchen die Stelle des Mundes gleichfalls sehr wechselt, gebrauchten Ausdrücke: *Pro-, Meso-, Opistomea* bei den Infusorien kaum hinreichen würden.

Die Umgebung des Mundes ist bei den Infusorien meist von den übrigen Partieen der Körperoberfläche auffallend verschieden. Alle für die Umgebung des Mundes charakteristischen verschiedenen Differenzirungen werden von STEIN mit «*Peristom*» bezeichnet. In den einfachsten Fällen bildet das Peristom eine bucht- oder trichterförmige Vertiefung; erstere ist z. B. für *Kolpoda* und *Colpidium*, letztere für die Gattung *Paramecium* charakteristisch. Bei den *Oxytrichinen, Euplotinen* und *Aspidiscinen* sowie auch bei sämmtlichen *Heterotrichen* und *Peritrichen*, wo das Peristom die höchste Differenzirung erlangt, wird dasselbe von Borsten oder Flimmerlamellen umsäumt. Diese sogenannten *adoralen Wimpern* (STEIN) bilden

XVI. 327. Taf. 8. Fig. 1—4. Ferner: WRZESNIOWSKI, Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 35. Taf. 4. Fig. 21—22 WRZESNIOWSKI constatirt hier die Identität der von ihm als *Leucophrys Claparedii* benannten und irrthümlich für neu gehaltenen Infusorienart mit *Climacostomum virens* STEIN.

[1] Op. cit. 212.

[2] Op. cit. 295.

[3] Op. cit. 221.

entweder eine von der Stirnpartie des Körpers zum Mund hinziehende bogenförmige Linie *(Oxytrichina, Euplotina, Asdipiscina, Spirostomea, Bursarina)*, oder eine das ganze Peristom in einer einfachen *(Stentorina* und *Tintinnodea)* oder doppelten, zuweilen mehrfachen *(Vorticellina)* Spiraltour umkreisende gewundene Linie. Bei jenen Infusorien, bei welchen das Peristom blos auf der einen (linken) Seite von adoralen Wimpern umsäumt wird, trägt der Peristomsaum auf der entgegengesetzten (rechten) Seite constant eine mehr weniger breite *undulirende Membran.*

Auch die sogenannte Schnellborste, oder grosse Borste der *Vorticellinen* ist nach Bütschli's bereits erwähnten Untersuchungen, deren Richtigkeit ich nach eigenen beobachtungen besrätigen kann, eine undulirende Membran, welche in ihrem Durchschnittsbild eine Borste vortäuscht. Das von den das Peristom einsäumenden Borsten und undulirenden Membranen eingeschlossene kreis- oder ohrmuschelförmige, oblonge, flache oder concave Gebiet bildet das sogenannte *Peristomfeld* (Stein).

Zuweilen trägt das Peristom blos eine sehr umfangreiche undulirende Membran: so z. B. bei *Cyclidium glaucoma* und *Pleuronema Chrysalis.* In anderen Fällen läuft wieder um das Peristom eine spiralig gewundene, unausgesetzt zitternde klappenartige Membran: so namentlich bei *Glaucoma scintillans* und *Cinctochilum margaritaceum.* Andererseits wird das Peristom bei manchen Repräsentanten der von Stein in die Ordnung der *Holotrichen* zusammengefassten Infusorien (*Lionotus, Amphileptus Cignus*) blos durch eine von stärkeren Borsten gebildete Zone repräsentirt; endlich haben die meissten *Holotrichen* überhaupt kein Peristom, oder es beschränkt sich letzteres blos auf einen Kranz längerer Cilien, welche lebhaft an die Cilienkränze der frei schwärmenden *Vorticellinen* und der Embryonen der *Acinetinen* erinnern.

Alle diese, hier nur kurz berührten Differenzirungen, deren genauere wenn auch heute noch nicht ganz befriedigende Kenntniss hauptsächlich den vortrefflichen Untersuchungen von Stein zu verdanken ist, geben sehr wichtige Charaktere für die Systematik der Infusorien. In der That machte Diesing den Versuch, die von ihm als *Prothelmintha amastiga* genannten *Ciliaten* je nach dem Fehlen oder Vorhandensein des Peristoms in zwei Hauptgruppen, nämlich: *Amastiga aperistomata* und *A. peristomatophora* zu trennen;[1] jedoch fand dieses in vielen Beziehungen empfehlenswerthe Classificationsprincip dem Stein'schen System gegenüber keine Anhänger.

Die Mundöffnung der Ciliaten kann meist unmittelbar unterschieden werden, blos bei den Gattungen *Loxophillum, Lionotus* und *Amphileptus* schliessen sich die Lippen so fest an einander, dass diese Infusorien wie die *Opalinen* ganz mundlos erscheinen. Nach Untersuchungen, welche ich an einem anderen Ort mittheilte, und welche mit den Stein'schen[2] vollkommen übereinstimmen, pflegen alle diese Infusorien sich auf ihre gewöhnlich aus Ciliaten, zumeist aus Vorticellinen bestehende Beute mittelst des convexen Rüsselrandes gleichsam zu fixiren; durch Contraction ihres Körpers drücken sie sich fester an die Beute an, worauf sich längs des Rüsselrandes sofort ein longitudinaler Spalt öffnet, welcher sich je nach Grösse der Beute, auf eine verschiedene Länge des Rüssels erstreckt. Mit der Eröffnung des Mundes wird der Räuber immer zudringlicher, zieht sich endlich mit einer geschickten Bewegung auf die Beute und drückt diese in das Entoplasma. Hierauf werden die Lippen geschlossen und der Mund scheint wieder spurlos zu verschwinden; nur zuweilen wird die Eintrittsstelle der Beute auf kurze Zeit durch eine seichte Vertiefung, der durch die Beute zurückgelegte Weg aber auf einige Momente durch eine Bogenlinie, welche aber einem stabilen Schlund nicht entspricht, angedeutet.

Die soeben erwähnten, sowie noch einige andere, aber gewiss nicht sehr viele Infusorien entbehren des mit eigenen Wandungen versehenen Schlundes; dafür öffnet sich blos im Moment des Schlingens ein die Nahrung aus dem Mund in das Entoplasma fördernder röhrenförmiger Gang; ein solcher ziemlich langer, trompetenförmiger Gang ohne wahrnehmbare Membran ersetzt den Pharynx z. B. bei *Glaucoma scintillans.* In den meisten Fällen stülpt sich die oberflächlichste Schichte des Ectoplasma durch die Mundöffnung in den Schlundgang, wodurch eine *Schlundröhre* oder ein *Rachen* mit eigenen Wandungen zu Stande kommt, welcher je nachdem er das Ectoplasma auf kurzem Weg durchsetzt oder in der Substanz des Ectoplasmas selbst einen längeren Ver-

[1] Revision der Prothelminthen. Abtheil. Amastigen. Sitzungsb. der math. naturw. Class. d. k. Akad. 52. B. I. Abth. Wien. (1866) 505.

[2] I. 80.

[3] Természetrajzi füzetek Bd. II. H. 4. (1878) 224.

lauf nimmt bevor er dasselbe durchbohrt, eine sehr verschiedene Länge erreichen kann.

So sehr auch der Schlund bei den verschiedenen Infusorien abweichen mag, so lassen sich doch sämmtliche in zwei Gruppen sondern.

In die erste Gruppe rchnee ich jene Schlunde, welche mit *Cilien bedeckt* sind, und zwar entweder auf ihrer ganzen Oberfläche, wie bei den *Stentoren*, den *Climacostomen* und *Paramecien*, oder blos in einer spiralig gewundenen Längslinie, wie bei den *Vorticellinen*;[1] endlich kann blos ein Büschel langer feiner Cilien am Ende des sehr kurzen Schlundes hängen, so namentlich bei den *Oxytrichinen*, *Euplotinen* und *Aspidiscinen*. In allen Fällen führt der Schlund in bogenförmigem oder mehr-weniger S-förmig gewundenem Verlauf entweder unmittelbar in das Entoplasma (z. B. *Stentor*, *Condylostomum*), wo der etwas verjüngte untere Theil mit einer kreisförmigen Oeffnung sehr scharf absetzt; oder der Schlund hört bereits im Ectoplasma auf, so dass durch denselben eindringende Nahrung und Wasser nicht direct in das Entoplasma, sondern in eine, am Schlundende beim Schlingen gleichsam sich aufschlitzende, zuerst spindel dann citronenförmig oder kugelig anschwellende Vacuole gelangt und hier durch die wirbelnde Bewegung des vom unteren Schlundende hineinhängenden Büschels feiner langer Cilien in fortwährender Rotation erhalten wird. Diese Vacuole, welche sich nach ihrer Anfüllung contrahirt und ihren Inhalt in das Entoplasma drückt — und, welche bereits weiter oben als *Schlingvacuole* bezeichnet wurde — entbehrt der eigenen Wandung und ist, den pulsirenden Vacuolen gleich, im Entoplasma ausgehöhlt, oder höchstens von einer etwas consistenteren Plasmaschichte umgrenzt. Ein solcher in eine Schlingvacuole sich öffnender Schlund ist für die *Oxytrichinen*, *Paramecien* und *Vorticellinen* (letzteren auch die *Ophrydinen* und *Urceolarinen* zugezählt) charakteristisch.

Das einfachste Verhalten wird bei den *Oxytrichinen* angetroffen. Nach STEIN soll zwar der Mund dieser Infusorien einen längs des inneren Saumes des Peristomfeldes verlaufenden sehr erweiterungsfähigen Spalt darstellen und ein Schlund überhaupt nicht vorhanden sein;[2] allein dem gegenüber muss ich, gestützt auf eigene Untersuchungen, die Angaben von CLAPARÈDE und LACHMANN,[1] ENGELMANN,[2] WRZESNIOWSKI[3] und STERKI[4] für richtig erklären, wonach sich der Mund der *Oxytrichinen* im hinteren Winkel des Peristoms befindet und in einen zwar kurzen, aber deutlich ausnehmbaren, nach rechts gerichteten bogenförmigen Schlund führt. Letzterer trägt ein beim Hineinstrudeln der Nahrung sehr deutlich sichtbares Büschel feiner langer Cilien.[5] Indessen gelangt die mit dem Wasser hineingestrudelte Nahrung nach meinen Untersuchungen nicht, wie STERKI behauptet, direct in's Entoplasma, sondern in eine, sich im Ectoplasma aufschlitzende Schlingvacuole (von Mme JOBARD-MUTEAU sehr getreu abgebildet),[6] durch deren Contractionen dieselbe in das Leibesinnere gedrückt wird. Ganz denselben Bau hat der Mund und Schlingapparat bei den *Aspidiscinen* und *Euplotinen*.

Die *Paramecien* haben einen ziemlich langen, trompetenförmigen Schlund, welcher an seiner ganzen Oberfläche kurze, am unteren Ende aber einen Büschel von längeren Cilien führt, und mündet gleichfalls in eine Schlingvacuole. Der Schlingact dieser Infusorien wurde von v. SIEBOLD sehr naturgetreu folgenderweise geschildert: «Wendet man die von GLEICHEN und EHRENBERG vielfach benutzte Fütterungsmethode der Infusorien an, so werden die in dem Wasser schwebenden Farbstoff-Partikelchen durch den Strudel, welchen die bewimperten Mundöffnungen vieler Infusorien im Wasser erregen, herbeigeholt und mit dem Wasser verschluckt. Das Wasser sammt den Farbstoff-Partikelchen häuft sich allmälig am unteren Ende des Oesophagus an, und drängt hier das nachgiebige Parenchym blasenförmig von einander. So lange dieses Wasser wie ein Tropfen noch mit dem unteren Ende der Speiseröhre zusammenhängt, hat das Ganze das Ansehen einer gestielten Blase; hat sich aber ein solcher Wassertropfen von der Speiseröhre losgelöst, indem er durch die Contraction der letzteren in das lockere Parenchym hineingedrängt worden ist, so erscheint derselbe als eine ungestielte Blase, in welcher die verschluckten festen Körper vollständig abgeschlossen liegen.»[7]

[1] Vgl. BÜTSCHLI. Ueber Dendrocometes paradoxus etc. ZWZ. XXXVIII. (1877) 67.

[2] I. 142.

[1] I. 142.

[2] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) Separatabdr. 39.

[3] Beobachtungen über Infusorien etc. ZWZ. XX. (1870)

[4] Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878) 36.

[5] Vgl. Sterki loc. cit.

[6] Op. cit. Taf. 14. Fig. 6.

[7] Vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. (1845) S. 16.

Diese Schilderung bedarf blos der einen Ergänzung, resp. Modification, dass nicht der Schlund sich contrahirt, sondern die Nahrung durch die contractilen Wände der noch im Ectoplasma gelegenen Schlingvacuole in das Entoplasma gedrückt wird; d. h. der Schlund dient blos zur Einführung der Nahrung, während die Weiterbeförderung derselben durch die unterhalb des Schlundes sich öffnende Schlingvacuoele besorgt wird.

Bei den *Vorticellinen* (im weiteren Sinne, d. h. die *Ophrydinen* und *Urceolarinen* auch mitgerechnet) besteht der dem Ansehen nach sehr complicirte Schlingapparat in einem je nach Gattungen und Arten verschieden langen, nach unten verjüngten, trompetenförmigen, blos bei den *Opercularien* sackförmig erweiterten Rohr, auf welchem von unten nach oben, d. i. gegen die Mundöffnung gerichtete lange Cilien in einer spiralig gewundenen Linie angeordnet sind; im Durchschnittsbild erscheinen letztere blos als 3 bis 4 ziemlich weit von einander abstehende Cilienbüschel. Gegen die Mitte des Schlundes geht von der convexen Seite die im Durchschnittsbild einer Borste gleichende undulirende Membran aus, während das verjüngte untere Schlundende in eine spindelförmige Erweiterung führt, in welche ein quastenartiges Endbüschel der am Rachen abwärts ziehenden Cilienreihe hineinhängt.[1] Von LACHMANN, dem wir die ersten genaueren Angaben über den Schlund der Vorticellinen verdanken, wird der auch die Afteröffnung aufnehmende vordere Theil des Schlundes als *Vestibulum*, der folgende als *Oesophagus* und die spindelförmige Erweiterung als *Pharynx* bezeichnes[2] welche Terminologie von CLAPARÈDE acceptirt wurde;[3] dagegen behält STEIN für das Ganze die Benennung *Schlund* bei;[4] während BÜTSCHLI wieder ein *Vestibulum* und einen *Oesophagus* unterscheidet, und mit letzterer Benennung die spindelförmige Erweiterung bezeichnet.[5] Alle die genannten Forscher stimmen hinsichtlich des directen Zusammenhanges zwischen spindelförmiger Erweiterung und Schlundröhre überein, STEIN betont sogar ausdrücklich, dass bei den *Vorticellinen* die Nahrungsbestandtheile am Schlundende keinen blasenförmigen Raum aushöhlen, sondern in der spindelförmigen Erweiterung unten am Rachen sich ansammeln.[1] GREEFF gebührt das Verdienst des Nachweises, dass der Schlund bei der spindelförmigen Erweiterung aufhört und in einen «*bauchigen Trichter*» mit eigenen contractilen Wänden mündet.[2] Diese Beobachtung wurde von WRZESNIOWSKI als richtig bestätigt und dahin ergänzt, dass bei *Epistylis flavicans* das Schlundende mittelst einer ringförmigen diaphragmaartigen Falte verschlossen werden kann.[3]

Nachdem STEIN betont, dass beim Schlingen das spindelförmige Rachenende sich contrahirt, giebt er vom ferneren Verlauf des Schlingactes folgendes naturgetreue Bild: «Der aus dem Schlund in das Parenchym übertretende Bissen beschreibt in der hinteren Körperhälfte einen längeren oder kürzeren Bogen, indem er sich zuerst von dem Schlundende aus abwärts bewegt und dann in der Nähe des hinteren Körperendes nach der dem Schlund gegenüberliegenden Körperseite umbiegt und hier gewöhnlich noch eine Strecke weit in die Höhe steigt. Während dieses Verlaufes bildet er einen längern oder kürzern, vorn abgerundeten, hinten zugespitzten Strang, der bisweilen noch mit dem Schlundende zusammenhängt, während sein vorderes Ende bereits auf der entgegengesetzten Seite angelangt ist. In diesem Falle macht der einen continuirlichen, bogenförmigen Strang darstellende Bissen ganz den Eindruck eines sich an den Schlund anschliessenden Darmkanales. Es währt jedoch nur wenige Momente, so schliesst sich das Parenchym, dessen Continuität durch den Bissen unterbrochen wurde, von dem Schlundende aus wieder zusammen, und dadurch werden die hinteren Bestandtheile des Bissens an die vorderen herangeschoben, und es bildet sich nun an der Stelle, die das vordere Ende des sich nicht mehr weiter bewegenden Bissens einnahm, ein runder Ballen, EHRENBERG's Magenblase.»[4]

Auch CLAPARÈDE und LACHMANN erwähnen von gewissen Infusorien, worunter ohne Zweifel die *Vorticellinen* und *Ophrydinen* zu verstehen sind, dass die aus dem Schlund vordringenden Nahrungsbissen

[1] Vgl. BÜTSCHLI, Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) Taf. VI. Fig. 21.

[2] Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 347.

[3] I. 80.

[4] I. 84.

[5] Op. cit. 67.

[1] Op. et lcc. cit.

[2] Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellinen. AN. 37. Jahrg. (1871) 200.

[3] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 297.

[4] I. 84.

häufig eine die Bewegungsrichtung bezeichnende helle Furche zurücklassen, welche leicht als Darm könnte angesprochen werden;[1] sehr getreu wurde diese Linie von ENGELMANN bei *Epistylis Nympharum* abgebildet.[2]

Nach dem eben Dargelegten erheischt es keinen näheren Nachweis, dass das Verdienst, den bei den *Vorticellinen* während des Schlingens sichtbaren Bogengang, welchen der Bissen durchläuft, entdeckt zu haben, irrthümlich GREEFF zugeschrieben wird; derselbe war bereits lange vor den GREEFF'schen Untersuchungen bekannt. GREEFF's Untersuchungen[3] enthalten an Neuem blos den Nachweis, dass die hypopharyngeale spindelförmige Erweiterung nicht dem Schlund angehört, — und den mit grosser Bestimmtheit gethanenen Ausspruch, dass die Erweiterung und deren Fortsetzungsgang von eigenen membranösen Wandungen begrenzt wird, was auch von WRZESNIOWSKI bestätigt wurde.[4] Neu ist ferner die Auffassung, dass die hypopharyngeale Erweiterung als *«erster Versuch zur Magenbildung»*, der Bogengang aber als *«primitives Darmrohr»* anzusehen ist,[5] sowie dass dieser Kanal frei im Entoplasma, oder nach GREEFF in dem die Körperhöhle erfüllenden Chymus schwebt.[6] Nach wiederholten Untersuchungen glaube ich mich zu dem Ausspruch berechtigt, dass der Schlund wirklich, wie GREEFF und WRZESNIOWSKI behaupten, in die spindelförmige Erweiterung mündet, wo das Schlundende mit der Cilienquaste sehr deutlich zu sehen ist; dass aber diese Erweiterung und der nachher folgende Gang von einer doppelt contourirten Membran umgeben wäre — und nur eine solche könnte als eigene Wandung gelten — davon habe ich mich nicht überzeugen können. Der ganze auf den Schlund folgende Theil des Schlingapparates macht den Eindruck, als ob er, gleich den pulsirenden Vacuolen und deren zuführenden Wassergefässen, im Ectoplasma ausgehöhlt wäre, wodurch natürlich die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen, ja sogar wahrscheinlich wird, dass die angeführten Aushöhlungen von einer verdichteten Grenzschichte des Ectoplasmas umgeben sind. Im Verlauf der Bogenröhre fehlt aber entschieden selbst diese consistentere Grenzschicht. Dafür spricht der auch von GREEFF erwähnte Umstand, dass der von dem aus der hypopharyngealen Erweiterung ausgepressten Bissen beschriebene Bogen bald länger, bald kürzer ist, also der Bissen an jedem beliebigen Punkt des Ganges in das Entoplasma dringen kann, wodurch die Möglichkeit einer eigenen Wandung absolut ausgeschlossen ist; die durch den Bissen im Ectoplasma ausgehöhlte Bahnlänge scheint vielmehr lediglich von der Energie der Contractionen der hypopharyngealen Erweiterung abzuhängen. GREEFF war sich der Wichtigkeit dieses Einwandes vollkommen bewusst, trachtete aber demselben mit der durch keine directe Beobachtung gestützten, ganz willkürlichen Annahme auszuweichen, dass die den Bissen leitende Röhre frei in der Körperhöhle flottirt und unter dem Druck des Chymus Veränderungen ihrer Lage erleiden kann.

Alldies in Betracht gezogen, kommt man zu dem Ergebniss, dass der sehr complicirt erscheinende Schlingapparat der *Vorticellinen* von dem entsprechenden Organ der *Oxytrichinen* und *Paramecien* nicht wesentlich verschieden ist. Auch bei den *Vorticellinen* besteht der Schlund aus einer in eine Höhlung des Ectoplasmas mündenden trompetenförmigen Röhre. Die von LACHMANN als *Pharynx*, von STEIN als *spindelförmiges Schlundende*, von BÜTSCHLI als *Oesophagus* und von GREEFF als *erster Magenversuch* und *trichterförmige Erweiterung* bezeichneten Gebilde sind Homologa und Analoga der bei *Oxytrichinen* und *Paramecien* vorkommenden Schlingvacuole. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass der Bissen bei den *Oxytrichinen* und *Paramecien* durch die Schlundvacuole unmittelbar in das Entoplasma gedrückt wird, während derselbe bei den *Vorticellinen* zuvor einen im Ectoplasma ausgehöhlten Bogengang von verschiedener Länge durchläuft.

In die zweite Gruppe reihe ich jene Schlunde, welche — wie bei den meisten *Holotrichen*, so wie auch unter STEIN's *Hypotrichen* bei den *Chlamydodonten* und *Erviliinen* — keine Cilien tragen. In allen hierher gehörigen Fällen führt der Schlund unmittelbar in das Entoplasma und besteht aus einer glatten, starren *(Erviliinen)* oder mehr-weniger dilatationsfähigen membranösen Röhre. Innerhalb engerer Grenzen dilatationsfähig ist der sogenannte *fischreisenförmige Schlund* bei *Chlamydodonten*, *Nassulinen* und bei *Prorodon*, welcher auf der zarten

[1] I. 35.
[2] Op. cit. Taf. 31. Fig. 18.
[3] Op. cit. 200.
[4] Op. cit. 297.
[5] Op. cit. 205.
[6] Op. cit. 203.

membranösen Wandung in longitudinalen Streifen angeordnete, nach unten verjüngte und etwas in den inneren Schlundraum vorspringende, consistente, elastische Stäbchen, *Zahnstäbchen* führt. Diesem fischreisenförmigen sehr ähnlich ist der ausserordentlich dehnbare membranöse Schlund der meisten Enchelinen, welcher im Ruhezustand in regelmässige Längsfalten gelegt ist, welche beim Schlingen gänzlich verschwinden.

Allen mit einem Mund versehenen Infusorien kommt ohne Zweifel auch eine Afteröffnung zu, nur ist diese fest verschliessbare Oeffnung in der Regel nur im Moment der Defäcation sichtbar. Die Lage des Afters wechselt gerade so, wie bei vielen niederen Thieren, z. B. bei den Echinodermen, und es besteht bald eine besondere Afteröffnung (bei den *Hypotrichen*, einem Theil der *Heterotrichen* und *Holotrichen*), bald öffnet sich der After in die vordere Schlundpartie (bei den *Vorticellinen*, *Ophrydinen* und *Urceolarinen*), oder mit der pulsirenden Vacuole (bei den *Stentorinen*, *Spirostomeen*, den mit einer pulsirenden Vacuole versehenen *Bursariinen* und bei den meisten *Holotrichen*). Die oberflächliche Schicht des Ectoplasmas, resp. die cuticuläre Körperdecke ist wie durch die Mundöffnung, so wahrscheinlich auch durch die Afteröffnung eingestülpt, aber wegen der ausserordentlichen Zartheit nur selten zu unterscheiden; eine sehr beachtenswerthe Ausnahme bilden diesbezüglich die in das Genus *Nyctotherus* gehörenden Heterotrichen, indem bei diesen die durch die Afteröffnung einwärts gestülpte Cuticula einen ziemlich langen, etwas S-förmig gebogenen, glatten, cilienlosen, schlundartigen Enddarm bildet, welcher in das Entoplasma mündet, und auch zur Aufnahme der pulsirenden Vacuole dient.[1]

Dass bei den Infusorien ein den Mund, resp. den Schlund mit dem After oder dem Enddarm, wo dieser, wie bei den soeben erwähnten *Nyctotheren*, vorhanden ist, verbindender Mitteldarm gänzlich fehlt, sowie auch der Mangel einer mit Chymus erfüllten Verdaunngshöhle, wurde in obigen Ausführungen zur Genüge dargelegt. Die Arbeit der Verdauung wird durch das, in das consistentere Ectoplasma ohne jede Grenze übergehende granulirte, breiartige Entoplasma verrichtet, und die verschluckten Nahrungspartikel werden entweder unmittelbar in die Substanz des Entoplasmas eingebettet, oder von einem, aus verschlucktem Wasser gebildeten Hof umgeben; solche Nahrungspartikel enthaltende kugelige Safträume sind die schon mehrfach erwähnten sogenannten *Verdauungsvacuolen*, durch deren irrige Auslegung Ehrenberg zu seiner Lehre vom polygastrischen Verdauungsapparat geführt wurde.

Bei Infusorien, sowie auch bei den übrigen Protisten findet die nämliche Auswahl der Nahrung statt, wie bei höheren Thieren. Es gibt unter ihnen Pantophagen, deren gefrässiger Mund alles Lebende, was darin Platz findet, einzellige Algen, animalische und vegetabilische Protisten, kleinere Rotatorien, kleine Crustaceen etc. verschlingt; solche sind z. B. die grösseren *Oxytrichinen*, *Stentorinen* und *Spirostomeen* etc. Andere dagegen nehmen vorwiegend, oder wenn möglich ausschliesslich nur einerlei Nahrung auf; so nähren sich z. B. die *Chlamydodonten* und *Erviliinen* in der Regel von Diatomeen, die *Nassulinen* von Oscillarieen und verschlingen nur selten, wie es scheint blos im Nothfall auch Palmellaceen, während die kleineren *Oxytrichinen*, *Aspidiscinen* und *Euplotinen* alle Palmellaceen und andere kleine Algen ohne Auswahl verschlingen. Die *Encheliinen* und *Trachelinen* verschlingen wieder beinahe ausnahmslos nur Ciliaten, die *Amphilepten* und *Trachelius Ovum* insbesondere *Vorticellinen* und richten in deren Colonieen häufig furchtbare Verheerungen an.

Ein sehr namhafter Theil der Infusorien lebt mit anderen Thieren in *Commensalismus*, und findet in den von letzteren entleerten, aus einem bunten Gemisch halbverdauter Palmellaceen und anderer einzelliger Algen bestehenden Excrementen wahrhaft lucullische Mahlzeiten. Hiher gehören die meisten Repräsentanten der *Vorticellinen* und *Ophrydinen*, welche sich auf grössere Rotatorien, Crustaceen, Insektenlarven, Schnecken- und Muschelschalen, oder in Gesellschaft der auf Wasserpflanzen sitzenden Rotatorien niederlassen und alles verwerthen, was sich in deren Excrementen noch an Geniessbarem vorfindet. Ein ähnlicher Commensalismus besteht zwischen den auf Süsswasser-Hydren herumlaufenden ovalen Polypenläusen (*Kerona Polyporum*) und der Hydra, während die scheibenförmigen Polypenläuse (*Trichodina Pediculus*) von dem die Körperoberfläche der Hydren, Muscheln und Fische bedeckenden Schleim, die in der Harnblase von Tritonen schmarotzenden aber von Blasenschleim in der nämlichen Weise leben, wie der auf dem Mantel und den Kiemen der Süsswassermuscheln sich herumtum-

[1] Stein II. 338.

melnde Conchophthyrus von dem Schleim der Muscheln.

Auch der in Pfützen zu Boden sinkende, aus Excrementen kleiner Wasserthiere bestehende feine Schlamm birgt reichliche Nahrungsvorräthe und es giebt zahlreiche Infusorien, z. B. *Paramecium Aurelia, Ophryoglena atra, Cyrtostomum leucas, Loxodes Rostrum, Metopus sigmoides* u. A., welche mit verschiedenen *Rhizopoden* und *Flagellaten* diesen Schlamm bewohnen und darin nach Nahrungen wühlen.

Von den auf die Oberfläche anderer Thiere sesshaften Infusorien führt der nächste Schritt zu den sich stabil im Darmkanal anderer Thiere aufhaltenden, welche an den Brosamen des Wirthes oder blos an den unverdaut in den Mastdarm gelangten Nahrungspartikeln schmarotzen. Hierher gehören die *Ophryoscolecinen,* mit der *Isotricha* stabile Bewohner des Pasens der Wiederkäuer, ferner die in die Genera *Balantidium, Nyctotherus* und *Plagiotoma* gehörigen heterotrichen Infusorien, von welchen die *Balantidien* beim Schwein und gelegentlich beim Menschen *(B. coli)* oder den Amphibien *(B. Entozoon, B. elongatum, B. duodeni),* die *Nyctotheren* bei Fröschen *(N. cordiformis),* bei Periplaneta orientalis und Gryllotalpa *(N. ovalis),* bei Hydrophilus piceus *(N. Gyverianus),* Julus marginalis *(N. velox),* endlich *Plagiatoma Lumbrici* bei Regenwürmern meist im Mast-, seltener im Mitteldarm schmarotzen, häufig in Gesellschaft von *Opalinen* und einigen *Flagellaten (Cercomonas-, Bodo-, Trichomonas-, Hexamita-, Lophomonas-Arten und Amoeben).*

Alle jene sich in anderen Thieren aufhaltenden Infusorien, welche mit Mund und Schlund versehen sind und selbständig verdauen, können — wenn man die präcise Definition Lepelletier de Saint-Fargeau's acceptirt, wonach man blos jene Organismen für Schmarotzer zu halten hat, welche sich von assimilirten Substanzen anderer Organismen nähren, nicht aber jene, welche sich an der Nahrung ihres Wirthes blos betheiligen[1] — nicht als Schmarotzer sondern blos als *Commensalen* angesprochen werden. Dagegen sind die *Opalininen,* welche, den *Gregarinen* gleich, durch den Wirth assimilirte Stoffe mittelst der ganzen Körperoberfläche aufsaugen, wahre Parasiten. Die im Rectum von Amphibien lebenden werden wohl ihre Wirthe nicht sehr verkürzen; dagegen können Andere, wie z. B. die im Darm des Regenwurms *(Opelina armata)* oder in den Divertikeln des verästelten Darmes der Planarian *(O. Planariarum)* oder endlich die in den Kiemen von Gammarus Pulex häufig dicht gedrängt vorkommenden *O. branchiarum* für den Wirth keinesfalls gleichgiltig sein.

Gewisse Infusorien leben mit Vorliebe, andere sogar ausschliesslich in Flüssigkeiten, welche faulende thierische oder pflanzliche Theile enthalten, in Infuisonen; von dieser Lebensweise einer nur beschränkten Zahl Infusorien und anderer Protisten wurde auch die Benennung «*Aufgussthierchen*» *(Animalcula infusoria)* entlehnt. Nachdem Leeuwenhoek die «*lebendigen Atome der Welt*» entdeckt und seine Aufmerksamkeit dem mysteriösen Leben einer unsichtbaren Welt zugekehrt hatte, fiel es ihm ein zu untersuchen, was denn wohl den beissenden Geschmack des Pfeffers verursachen mag. Um das zu ermitteln, bereitete er einen Aufguss von ganzen Pfefferkörnern mit Wasser und sah in diesem am 24 April 1676 unzählige winzige *(Bacterien)* und grössere ovale «Thierchen» *(Colpoda Cucullus)* herumwimmeln.[1] Die Leeuwenhoek'sche Entdeckung erregte grosses Aufsehen; Jedermann wollte die wunderbaren Pfefferthierchen sehen; der Versuch wurde vielfach wiederholt und bald auch auf verschiedene andere Aufgüsse ausgedehnt, so dass das erste Jahrhundert der Protistenforschung zum grossen Theil mit dem Studium der in Infusionen gezüchteten Protisten verging, an welche dann, wie ich weiter oben ausgeführt habe, die verschiedensten, einander an Kühnheit überbietenden, zum Theil recht geistreichen, meist aber — vom heutigen Standpunkt aus — kindisch naiv erscheinenden Speculationen sich knüpften. Heute ist es bekannt, dass in den aus verschiedenen vegetabilischen und animalischen Abfällen bereiteten Aufgüssen nicht verschiedene Protisten auftreten, sondern beim selben Fäulnissgrad stets die nämlichen Protisten-Arten von verhältnissmässig geringer Zahl erscheinen. In übelriechenden thierischen Aufgüssen, z. B. in den Macerir-Gefässen findet man — vorausgesetzt, dass die Fäulniss nicht allzu stürmisch ist, da in diesem Falle blos Miliarden der die Fäulniss

[1] P. J. van Beneden, die Schmarotzer des Thierreichs. Internationale wissenschaftl. Bibliothek. Bd. 18. Leipzig. (1873) 7.

[1] Phil. Transact. 1677. 827. Nr. 133. Bd. XI. Vgl. Ehrenberg 521.

einleitenden und unterhaltenden *Schizomyceten* vorhanden sind — nach meinen Untersuchungen constant die folgenden Infusorienarten: *Cyclidium Glaucoma*, *Glaucoma scintillans*, *Trichoda carnium*, *Colpidium Colpoda* und von den *Flagellaten*: *Cercomonas Termo* und *Polytoma Urella*; sehr häufig fand ich ferner mit den Vorigen vergesellschaftet und stets in sehr grossen Mengen aus zwei-drei Individuen bestehende Bäumchen der *Opercularia coarctata* (Epistylis coarctata Clap. Lachm.), ferner eine kleine *Amoebe*. Lässt in einer solchen Flüssigkeit der Fäulnissprocess nach — wenn man z. B. die aus den Macerirbecken geschöpfte Flüssigkeit ohne Leichentheile stehen lässt — so werden die vorigen Protisten rasch verschwinden, und dafür *Vorticella microstoma*, die kleinere Form von *Chilodon Cucullulus* (*Chilodon uncinatus*), *Oxytricha pellionella*, *Stylonychia pustulata* auftreten; nur die überall vorkommenden Formen: *Cyclidium Glaucoma* und *Cercomonas Termo* sowie die *Amoeben* haben ein längeres Leben, und ihnen gesellt sich auch noch *Monas Guttula* bei, und während inzwischen auch Navicellen und einzellige Palmellaceen (Chlorococcum infusionum, Scenedesmus) rasch sich zu entwickeln begannen, erleidet das in der Flüssigkeit pulsirende Leben eine vollkommene Umwandlung. In vegetabilischen Infusionen sind von den vorhin erwähnten Protisten abwesend: *Polytoma Urella* und *Colpidium Colpoda*; letzteres wird constant durch die nahe verwandte *Colpoda Cucullus* ersetzt, welche als eine in Heuinfusionen dominirende Form mit Recht «*Heuthierchen*» genannt wurde.

Das constante Vorkommen der angeführten Infusorien und anderen Protisten in faulenden Infusionen hängt naturgemäss mit deren von den in reinen Wässern wohnenden wesentlich verschiedener Ernährungsweise aufs Innigste zusammen. Alle die genannten Protisten sind, meines Erachtens, in ihrer Ernährung von den Schizomyceten abhängig, welche ihnen die Nahrung gleichsam zubereiten, indem diese im Haushalt der Natur zu einer so hochwichtigen Rolle berufenen, winzigen Wesen vermöge der durch sie eingeleiteten und unterhaltenen Fäulniss für eine ganze Schaar anderer Protisten die Nährlösung, jene *Bacterienmilch* (sit venia verbo!) zubereiten, welche von den meisten Protisten sammt den fäulnisserregenden Schizomyceten, oder, wie namentlich von den *Polytomen*, blos deren Serum aufgenommen wird.

Die durch die Infusorien verschluckten Nahrungsbestandtheile gelangen durch das Entoplasma nicht auf dem kürzesten Weg vom Mund zum Anun, sondern beschreiben eine verschiedenartig gewundene Bahn, welche bald blos durch die an verschiedenen Punkten der Bahn in verschiedenen succesiven Stadien der Verdauung angetroffenen verschluckten Körperchen, bald aber durch die mehr-weniger lebhaften aber stetigen Strömungen des Entoplasmas selbst, wie z. B. bei *Paramecium Bursaria*, bei den *Vorticellinen* bezeichnet wird.

Diese eigenthümliche Circulation wird, wie oben erwähnt, von den meisten Forschern, nach der Initiative von v. Siebold's mit der in den Zellen der Characeen und anderen Pflanzenzellen beobachteten Protoplasma-Circulation für identisch gehalten; doch haben einige Forscher eine ganz abweichende Erklärung versucht. Claparède und Lachmann, in deren Auffassung die Protoplasmaströmungen selbstredend nicht eingefügt werden können, machen die charakteristische Bemerkung, dass den beiden Erscheinungen, nämlich der Circulation in den Charazellen und im Inneren des *Paramecium*, blos die derzeit noch beiden mangelnde befriedigende Erklärung gemeinsam ist.[1] Uebrigens soll nach den genannten Forschern, so wie auch nach Cohn,[2] die Circulation bei *Paramecium* in der Körperhöhle stattfinden, und der Chymus wahrscheinlich durch Flimmerzellen, welche die Körperhöhle auskleiden, aber wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit nicht sichtbar sind, in Strömung erhalten werden.[3] Carter hat diese hypothetischen Flimmerzellen sogar beschrieben,[4] doch wurden dieselben seitdem von niemand gesehen. Bergmann und Leuckart suchen die rotirenden Bewegungen der genossenen Substanzen durch abwechselnde Contractionen des Körperparenchyms zu erklären.[5] Endlich gibt Stein, wie bereits oben erwähnt wurde, eine von allen bisherigen abweichende Erklärung und sucht die Ursache der rotirenden Bewegungen darin, dass das Entoplasma durch den, durch den Schlund eindringenden Nahrungstrom in Circulation versetzt und erhalten wird.

[1] I. 37.

[2] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 265.

[3] I. 39.

[4] Claparède und Lachmann, ibidem.

[5] Anat. physiolog. Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart. (1855) 184.

So zufriedenstellend auch diese Erklärung für die mit einem Schlund versehenen Ciliaten scheinen mag, so ist es doch nicht zu verkennen, dass sie das Phänomen doch nicht ganz aufklärt; denn eine Strömung ist auch im Plasma der mundlosen *Acinetinen* zu beobachten, für die lebhaften Plasmaströmungen der *Rhizopoden* aber kann diese Erklärung absolut nicht verwerthet werden.

Jene *Flagellaten*, bei welchen Ehrenberg an der Basis der Geisseln eine Mundöffnung vermuthete, führen nach neueren Untersuchungen an der von Ehrenberg bezeichneten Stelle thatsächlich einen Mund, wie dies durch die Untersuchungen von Claparède und Lachmann, Stein, Carter, James-Clark, Fromentel und Bütschli übereinstimmend bestätigt wird. Eine Meinungsverschiedenheit kann höchstens hinsichtlich der Anwesenheit eines Mundes bei den *mittelst Chlorophylls assimilirenden Fagellaten* bestehen. Da uns diese Frage weiter oben, bei der Besprechung der pulsirenden Vacuolen bereits eingehend beschäftigte, so soll hier als Wesentliches aus den obigen Erörterungen nur soviel wiederholt werden, dass von den beiden an den Geisselenden situirten Vacuolen blos die eine der pulsirenden Vacuole entspricht, die andere hingegen mit dem bei zahlreichen Repräsentanten der Ciliaten vorhandenen, von mir als *Schlingvacuole* bezeichneten Organ identisch ist, welches durch den, bei einigen, so namentlich bei den *Euglenen* schon längst bekannten und gut entwickelten trompetenförmigen Schlund Wasser aufnimmt; die reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden Flagellaten pflegen nämlich keine solide Nahrung, sondern blos Wasser zu verschlucken. Bei einem Theil der *chlosophyllfreien Flagellaten* führt der überaus zarte, blos beim Schlucken wahrnehmbare spaltförmige Schlund gleichfalls oft in eine Schlingvacuole. Solche Schlingapparate wurden von Stein bei *Menoidum pellucidum, Atraconema teres* und bei *Phialonema cyclostomum* erkannt.[1] Bei einer anderen Gruppe, den Flagellaten welche solide Nahrung aufnehmen, führt der verschieden weite, bald gerade, bald trompetenförmig gekrümmte Schlund unmittelbar in das Entoplasma und wird von der durch die Mundöffnung sich einstülpende, wimperlosen Cuticula gebildet. Ein solcher Schlund ist für die Stein'sche Familie der *Cryptomoadinen, Astasieen* und *Scytomonadinen* charakteristisch.

[1] III. Taf. XXIII. Fig. 30—48.

Die bei verhältnissmässig wenig *Flagellaten* bekannte Afteröffnung scheint ihre Lage gerade so zu wechseln, wie bei den Ciliaten; sie befindet sich z. B. bei den *Astasieen* am hinteren Körperende, bei den *Monadinen* seitlich in der mittleren Körpergegend oder unterhalb dieser u. s. f.

Eine stabile Mundöffnung kommt unter den Protisten noch bei den *Noctilucen* vor; die Beschaffenheit dieses Mundes betreffend möge ein Hinweis auf das weiter oben[1] Gesagte genügen.

Dass bei *Rhizopoden* ohne differenzirtem Ectoplasma, wie bei *Polythalamien, Heliozoen* u. A. die ganze Körperoberfläche an jedem Punkt gleichmässig Nahrung aufzunehmen vermag, unterliegt wohl keinem Zweifel. Doch giebt es sowohl unter den Rhizopoden mit strahlenförmigen als auch unter den mit lappenförmigen Pseudopodien Formen mit consistenterem Ectoplasma, so z. B. die *Euglyphen, Arcellen, Difflugien, Amoeben,* und bei diesen erscheint die von Claparède und Lachmann vermuthungsweise geäusserte,[2] in neuerer Zeit von Fromentel vollinhaltlich acceptirte[3] Meinung, wonach am Ectoplasma eine stabile, blos im Moment des Schluckens sich öffnende und gleich darauf sich vollkommen verschliessende Mundöffnung vorhanden ist — a priori nicht ganz unmöglich. Durch directe Beobachtungen wird aber diese Annahme keineswegs bestätigt; wenigstens macht der Schlingact der Amoeben auch auf den aufmerksamsten Beobachter den Eindruck, als ob der die Gestalt fortwährend verändernde Protoplasmaleib sich gleichsam über die Nahrung ergiessen würde, und als ob das Rindenplasma an jeder beliebigen Stelle sich öffnen und über der verschluckten Nahrung wieder zusammenfliessen könnte. Die Rhizopoden, welche Schalen mit einer Mündung bewohnen und welche ihre Nahrung an einer bestimmten Körperstelle aufnehmen, wären zum Nachweis eines Mundes jedenfalls viel geeigneter als die *Amoeben* mit ihren stetigen gestaltsveränderungen, doch konnte eine stabile Mundöffnung auch bei diesen nicht constatirt werden.

Chlorophyll-Körperchen und andere Pigmente.

Nachdem die bei Protisten vorkommenden *Pigmente,* meines Erachtens, mit der Ernährung der

[1] Vgl. S. 266.

[2] I. 2 418.

[3] 220.

Protisten in innigster Beziehung stehen, halte ich deren Besprechung an dieser Stelle am passendsten.

Unter den Farbstoffen gebührt dem *Chlorophyll* vermöge seiner physiologischen Bedeutung der erste Platz; dasselbe ist theils als smaragdgrünes *eigentliches Chlorophyll*, thelis mit *Phycocyan*, *Phycoxathin* und *Phycoërythrin* gemengt als *blaugrünes (Phycochrom)*, *lederfarbiges (Diatomin)* und *blutrothes (Rhodophyll)* Pigment bei den Protisten sehr verbreitet.

Durch reines oder modificirtes Chlorophyll sind die mit den Algen aufs innigste verbundenen *Flagellaten* besonders ausgezeichnet; unter diesen enthalten von den Repräsentanten der von Stein als Mitglieder des Thierreichs angesprochenen 15 Familien die *Dinobryinen*, *Chrysomonadinen*, *Volvocinen*, *Hydromorinen*, *Chloropeltiden* und *Eugleniden* alle, die *Chlamydomonadinen* und *Cryptomonadinen* aber zum Theil reines oder modificirtes Chlorophyll und assimiliren nach Art der Pflanzen. Dasselbe gilt auch von den meisten *Cilioflagellaten*. Alle diese *Flagellaten* sind durch Chlorophyll meist ganz gefärbt, so dass die Zelle höchstens am Geisselende farblos erscheint, wie bei den Schwärmsporen der Algen; oder auch das Schwanzende ist in verschiedener Ausdehnung farblos, so namentlich bei den *Chloropeltiden* und *Eugleniden*. Seltener bildet das Chlorophyll zwei seitlich verlaufende Bänder, wie z. B. bei den *Dinobryinen* und einem Theil der *Chrysomonadinen* und *Cryptomonadinen*; noch seltener abgeflachte scheibenförmige, oder kugelige, oder eiförmige Körperchen, wie z. B. das smaragdgrüne Chlorophyll mancher *Chloropeltiden* und *Eugleniden*, oder endlich Körperchen von irregulärer Form und gelappten Contouren, wie z. B. das lederfarbige Pigment mancher *Peridineen*.

Ausser den *Flagellaten* enthalten auch noch zahlreiche *Ciliaten* und *Rhizopoden* Chlorophyll, welches aber hier nicht als diffuse Färbung des Protoplasmas, sondern in Form kugeliger, zuweilen etwas abgeplattet scheibenförmiger, scharf begrenzter Körperchen vorkommt.

Unter den *Ciliaten* sind durch Chlorophyllgehalt die folgenden ausgezeichnet: *Vorticella Campanula*, *Epistylis plicatilis*, *Ophrydium versatile*, *Vaginicola crystallina*, *Stichotricha secunda*, *Euplotes Charon*, *E. Patella*, *Spirostomum ambiguum*, *Climacostomum virens*, *Stentor polymorphus*, *St. igneus*, *Bursaria chlorostigma*, *Cyrtostomum leucas*, *Paramecium Bursaria*, *Coleps hirtus*, *Loxodes Rostrum*, *Amphileptus longicollis*, *Holophrya Ovum*, *Enchelys gigas*. Aus dieser Reihe ist ersichtlich, dass die Anwesenheit der Chlorophyll-Körperchen nicht für eine gewisse Infusoriengruppe charakteristisch ist, sondern dass chlorophyllhältige Arten in den verschiedensten Familien vorkommen. Uebrigens sind die Chlorophyll-Körperchen auch bei der nämlichen Art nicht constant vorhanden, und ist Stein gewiss im Recht mit der Behauptung, dass zwei Infusorien, welche blos betreff der An- oder Abwesenheit des Chlorophylls von einander abweichen, als der nämlichen Art angehörig angesehen werden müssen;[1] so sind die z. B. die von Ehrenberg auf das Vorhandensein von Chlorophyll-Körperchen gegründeten Arten: *Bursaria vernalis*, *Coleps viridis* und *Vorticella chlorostigma* gewiss nichts weiter als chlorophyllhaltige Varietäten von *Bursaria (Cyrtostomum Stein, Frontamia Clap. & Lachm.) leucas*, *Coleps hirtus* und *Vorticella Campanula*,* andererseits muss in *Stentor Muelleri* die chlorophyllfreie Form von *Stentor polymorphus* erkannt werden. Während gewisse Infusorien in der Regel Chlorophyll-Körperchen enthalten, gilt von anderen gerade das Gegentheil; zu den ersteren gehört z. B. *Paramecium Bursaria*, zu den letzteren *Coleps hirtus*, *Loxodes Rostrum*, etc. Noch andere Infusorien werden eben so häufig mit,

[1] I. 65.

* Im dritten Theil (S. 28) der Stein'schen Monographie wird die ausschliesslich in Torfmooren lebende *Vorticella chlorostigma* gelegentlich als selbständige Art erwähnt; mir ist diese *Vorticelle* aus den in der Umgebung Klausenburgs gelegenen moorigen Sümpfen sehr gut bekannt, und indem ich dieselbe mit der in grösseren Weihern lebenden, von mir mit der Ehrenberg'schen *V. Campanula* (Die Infusionsthierchen, Taf. XXV. Fig. IV) für identisch gehaltenen Vorticellenart vergleiche, finde ich zwischen den zwei Vorticellen-Arten — von den Chlorophyllkörperchen abgesehen — überhaupt keinen Unterschied. Ich kann daher nicht zögern, diese zwei Vorticellen, wie ich es bereits gethan [Ueber die Natur der bei niederen Thieren vorkommenden Chlorophyllkörperchen. Orvos-természettudományi Értesítő. Fachsitzung vom 25. Februar 1876. (ungarisch)] in eine Art zu vereinigen. Ob aber diese Art gerade mit der *V. Campanula* der Autoren identisch ist, das lässt sich heute, wo man bei den Arten der Gattung *Vorticella* ausschliesslich auf Ehrenberg's in mancher Beziehung lückenhafte Beschreibungen angewiesen ist, bis zu einer genauen Revision der *Vorticellen*-Arten, nicht endgültig entscheiden; hiedurch wird aber die Thatsache, dass, wie andere chlorophyllhaltige Infusorien, so auch *Vorticella chlorostigma* ihre chlorophyllfreie Varietät besitzt, nicht im mindesten beeinträchtigt.

wie ohne Chlorophyll-Körperchen angetroffen, so z. B. *Euplotes Patella* und *Vaginicola crystallina;* doch kommt am selben Fundort zur selben Zeit gewöhnlich blos die eine Varietät vor, an manchen Fundorten sogar constant blos die eine; so habe ich z. B. *Ophrydium versatile* in der Umgebung Klausenburgs constant ohne Chlorophyll-Körperchen angetroffen, während aus den westeuropäischen Theilen blos das mit Chlorophyll Körperchen vollgepfropften *Ophrydium versatile* bekannt ist.*

Die torfigen, moorigen Gebiete sind besonders reich an chlorophyllhaltigen Infusorien; auf solchen Gebieten werden in der Gesellschaft von *Demidiaceen, Palmellaceen, Volvocineen,* von selteneren *Chloropeltiden, Eugleniden, Peridineen* und *Heliozoën* alle jene Infusorien, welche überhaupt Chlorophyll-Körperchen zu enthalten pflegen, stets mit Chlorophyll-Körperchen angefüllt angetroffen.

Unter den *Rhizopoden* enthalten viele *Heliozoën* so z. B. *Acanthocystis turfacea* und *A. aculeata* Chlorophyll-Körperchen; beide kommen auch in chlorophyllfreier Form vor; ausserdem erscheinen noch *Ciliophrys infusionum* und manche *Amoeben* häufig mit Chlorophyll.

Bei allen angeführten Protisten sind die Chlorophyll-Körperchen in die oberflächliche Schicht des Protoplasmakörpers eingebettet, bei den Infusorien in der in das Entoplasma übergehenden Ectoplasmaschicht, und können von hier auch in das Entoplasma vordringen, ja, wie das bei *Paramecium Bursaria* längst bekannt ist, durch die Protoplasmaströmungen mitgerissen werden.

Was ist nun die Natur dieser grünen Körperchen und welche physiologischen Aufgaben haben dieselben bei jenen Protisten, welche feste Nahrung aufnehmen und nicht nach Art der Pflanzen assimiliren?

* Ich that des in der Umgebung Klausenburg's vorkommenden, mir schon seit mehreren Jahren bekannten chlosophyllfreien *Ophrydium* bereits im Jahre 1876 Erwähnong [Kolozsvári Orvos-Természettudományi Értesítő, 25. Februar 1876 (ungarisch)], aber erst ein Jahr darauf machte Wrzesniowski — der von meiner in ungarischer Sprache gemachten Aufzeichnung natürlich keinerlei Kenntniss haben konnte — der wissenschaftlichen Welt Mittheilung von der Entdeckung, dass *Ophrydium versatile* — bis dahin blos in der chlorophyllhaltigen Form bekannt — in der Umgebung Warschau's auch in den chlorophyllfreier Varietät *O. hyalinum* vorkommt. Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 298.

Dass die fraglichen Körperchen nicht, wie Ehrenberg meinte, Eier sind, ist heute schon über jeden Zweifel erhoben. Zuerst gab v. Siebold der Vermuthung Ausdruck, dass die grünen Körperchen der Infusorien, sowie die mit diesen vollkommen gleichen der *Hydra viridis* und einiger Turbellarien, ihre Färbung dem in der Pflanzenwelt überaus verbreiteten Farbstoff, nämlich dem Chlorophyll verdanken.[1] Darauf wies Cohn mittelst mikrochemischer Reactionen nach, dass die grünen Körperchen bei *Paramecium Bursaria* in der That Chlorophyll enthalten und mit den Chlorophyll-Körperchen der Pflanzen identisch sind.[2] Gleichzeitig mit, aber unabhängig von Cohn hat auch M. Schultze nachgewiesen, dass die mit den kugeligen Körperchen der *Hydra viridis* und der *Infusorien* in Allem übereinstimmenden grünen Körperchen der Turbellarien (Vortex viridis, Mesostomum viridatum) durch einen mit dem pflanzlichen Chlorophyll identischen Farbstoff tingirt sind.[3] Endlich findet sich in einer späteren Arbeit von Cohn gelegentlich erwähnt, dass er bei Untersuchungen, welche er im Jahre 1867 mit Dr. Schröter ausgeführte, sich überzeugen konnte, dass der alcoholische Farbstoffextract von Ophrydium versatile und das vegetabilische Chlorophyll ganz identische Spectralbilder liefern.[4] Demnach muss heute als endgiltig entschieden hingenommen werden, dass die grünen Körperchen bei Infusorien, Hydra viridis und einigen Turbellarien in der That durch Chlorophyll tingirt sind.*

[1] Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) 274.

[2] Beiträge zur Entwicklungsgesch. der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 264.

[3] Beiträge zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald 1851. 16.

[4] Ueber parasitische Algen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. II. H. Breslau. 1872. S. 88.

* Unter den Metazoën kommen bei den Turbellarien Chlorophyllkörperchen, welche mit den bei Infusorien angetroffenen vollkommen identisch sind, in grosser Verbreitung vor. — Schultze hob zwar ausdrücklich hervor, dass ausser Vortex viridis nur noch Mesostomum viridatum (= Typhloplana viridata O. Schm.) Chlorophyllkörperchen enthält; doch kannte bereits Oscar Schmidt eine dritte grüne Turbellarie (Hypostomum viride Oscar Schm.), von welcher er bemerkt, dass ihre schöne saftgrüne Färbung nicht von fein zertheiltem Pigment, sondern wie bei gewissen Infusorien, von grösseren grünen Kügelchen herrührt (Die rhabdocoelen Strudelwürmer des süssen Wassers. Jena 1848 S. 30). Schmarda fand bei Auckland

Durch den Nachweis dieses Sachverhaltes sind aber die eben aufgeworfenen Fragen noch keineswegs entschieden; wir wollen die Lösung versuchen und zunächst die feinere Structur dieser Chlorophyll-Körperchen des näheren betrachten.

Nach Schultze's Untersuchungen sind die Chlorophyll-Körperchen von *Vortex viridis,* welche mit denen der Infusorien vollkommen übereinstimmen, bald einzelne, dicht zerstreute, bald zu Gruppen vereinigte Körperchen von 0·0005 bis 0·004''' Durchmesser und mit einer zarten Membran versehen. Das Pigment zeigt die Reactionen des reinen Chlorophylls. Sie enthalten einen farblosen kugeligen, bald centralen, bald randständigen Kern von etwa 0·0003 bis 0·0005''' Durchmesser. Ihre Fortpflanzung erfolgt durch Theilung, wobei sie durch 1 bis 4 Einschnürungen in eben so viele Segmente zerfallen, welche zur Grösse der Mutterkörperchen angewachsen, sich aufs Neue theilen.[1]

Nach Balbiani theilen sich die Chlorophyll-Körperchen von *Stentor polymorphus* ganz wie die nämlichen Gebilde der Pflanzenzellen in 2, 3 bis 4 Theile. Eine Membran ist auf den Balbiani'schen Abbildungen nicht ersichtlich.[2]

Ich habe den Chlorophyll-Körperchen der Protisten, welche den auf animalische Art sich nährenden Protisten eben so fremdartig sind, wie den aus Geweben aufgebauten Metazoën, eingehende Studien gewidmet, deren Hauptergebnisse ich bereits vor vier Jahren veröffentlichte.[3]

Nach meinen Untersuchungen sind die Chlorophyll-Körperchen der Infusorien und Rhizopoden (sowie auch der Hydra viridis und der Turbellarien) etwa 0·004 bis 0·010 mm. grosse kugelige, bei dicht gedrängter Lagerung häufig polyedrische, seltener eiförmige, zuweilen (z. B. bei *Euplotes Patella*) flache, scheibenförmige Körperchen, welche häufig von einer äusserst zarten, dicht an das Körperchen geschmiegten und schwer wahrnembaren, in anderen Fällen dagegen ziemlich dicken, wasserklaren gelatinösen Membran gerade so umgeben sind, wie die Zellen vieler Palmellaceen. Zumeist ist die ganze Substanz der Kügelchen durchgehends smaragdgrün, bei grösseren Exemplaren jedoch lässt sich häufig innerhalb der grünen Corticalschicht eine farblose, granulirte Plasmakugel, — der *Kern* erkennen; ferner ist beinahe constant ein bald sehr scharf begrenztes, bald ohne Reagentien, blos zufolge des stärkeren Glanzes hervortretendes, meist seitständiges Kügelchen zu unterscheiden. Dieses Kügelchen, welches auch von Schultze erwähnt wurde, ist jedenfalls mit dem sogenannten *Chlorophyllbläschen* (Nägeli), *Amylumkern* (De Bary), *Stärkekugel* (Stein) der Algen und vieler grünen Flagellaten identisch. Ausser von Schultze wurde die gequollene Membran und das Chlorophyllbläschen auch von Greeff bei den Chlorophyll-Körperchen von *Acanthocystis turfacea* erkannt.[4]

auf Neu-Seeland eine ganz grüne Turbellarie (Chanestomum crenulatum, Schm.) und aus der von ihm gelieferten Abbildung zu schliessen kommen auch in der in Neu-Süd-Wales gefundenen Vortex trigonoglena zerstreute Chlorophyllkörperchen vor (Neue Turbellarien, Rotatorien und Anneliden, beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde, 1853—1857. Leipzig 1859, S. 4. Taf. I. Fig. 13 und S. 6 Taf. I. Fig. 6). Mein geehrter Freund Herr Koloman Paráli, welcher sich seit mehreren Jahren mit dem Studium der in der Umgebung Klausenburgs vorkommenden Turbellarien beschäftigt, theilt mir mit, dass Chlorophyllkörperchen ausser den oben Erwähnten auch bei Vortex truncatus, Derostomum unipunctatum, D. Schmidtianum und einer wahrscheinlich ganz neuen Derostomum-Art enthalten sind. Ferner hat in neuerer Zeit Geddes sehr interessante Angaben über die an den Küsten der Brétagne lebenden chlorophyllhaltigen Planarien mitgetheilt; dieselben sollen, wie Pfianzen, athmosphärische Kohlensäure zersetzen, Sauerstoff ausscheiden und im Dunkeln absterben (Vgl. Kosmos. Zeitschrift für einheitliche Weltanschauung. III. Jahrg. 1879 S. 216).

Ausser bei Turbellarien und grünen Hydren kommen Chlorophyll Körperchen auch in der Süsswasser-Spongille vor (Sorby, Quatr. Journ. microsc. sc. 1875 Bd. XV. S. 47. Vgl. Semper. Die natürl. Existenzbedingungen der Thiere, I. Th. Leipzig. 1880. S. 257.)

Ob bei der gewöhnlich unter den chlorophyllhaltigen Thieren angeführten Bonellia viridis die grüne Farbe wirklich von Chlorophyll herrührt, muss vorläufig als unentschieden betrachtet werden; Schenk behauptet nämlich, dass der Farbstoff dieser Gephyree wirkliches Chlorophyll sei (Sitzungsber. d. kais. Akad. Wien 1875 Bd. 77), während Sorby durch eigene Untersuchungen zur entgegengesetzten Ansicht gelangte und behauptet, dass das Pigment der Bonellia vom Chlorophyll wesentlich verschieden sei (Vgl. Semper, a. a. O.).

[1] Op. et l. cit.

[2] Vgl. Claude-Bernard, Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. Paris. (1878) 212.

[3] Ueber die Natur der bei niederen Thieren vorkommenden Chlorophyll-Körperchen. Kolozsvári Orvos-Természettudományi Értesítő, 25. Februar 1876 (ungarisch).

[4] Ueber Radiolarien und Radiolarien-artige Rhizopoden des süssen Wassers. AMA. V. Taf. 26, Fig. 10.

Grössere Chlorophyll-Körperchen enthalten häufig noch einige stark lichtbrechende, farblose, solide, den Stärkekörperchen vollkommen ähnliche Körnchen; letztere werden aber durch Jod nicht gebläut, und sind offenbar mit den Paramylumkörperchen der *Eugleniden* und *Chloropeltiden* identisch. In den relativ sehr grossen Chlorophyll-Körperchen von *Stentor igneus* ist eine mehr weniger grosse Anzahl ganz ähnlicher amethystfarbiger oder ins Blutrothe spielender Körnchen enthalten, wie in manchen Algenzellen, namentlich den Cosmarien. Die nämlichen Körnchen kommen im Ectoplasma von *Stentor igneus* auch in freiem Zustand zahlreicher vor, und verleihen demselben eine eigenthümliche röthliche Amethystfarbe; da nun mit solchen Körnchen vollgepfropfte Chlorophyll-Körperchen häufig im Zerfall angetroffen werden, erleidet es wohl keinen Zweifel, dass die Körnchen, welche die Farbe des *Stentor igneus* verursachen, Producte der Chlorophyll-Körperchen sind. An den Chlorophyll-Körperchen der *Stentoren* konnte ich endlich bei starker Vergrösserung und scharfer Beleuchtung zuweilen noch zwei helle Flecke erkennen, welche, gleich den pulsirenden Vacuolen, alternirend auftraten und verschwanden, und welche wahrscheinlich auch von Balbiani beobachtet und als helle kreisförmige Flecke abgebildet wurden. Die Fortpflanzung der Körperchen erfolgt, wie Schultze und Balbiani beschrieben, durch Theilung, und zwar entweder theilen sie sich nach einander in 2—4 Partieen, oder es treten auf einmal 4, noch häufiger aber 3 im Mittelpunkt des Körperchens sich treffende Theilungsebenen auf; die in dieser Weise zu Stande gekommenen Gruppen von drei Körperchen sind am häufigsten.

Aus dem Angeführten ist ersichtlich, dass sich die Chlorophyll-Körperchen der Protisten von denen der Pflanzen in vielen Punkten unterscheiden, dagegen ist ihre Uebereinstimmung mit den zu den Palmellaceen gehörigen einzelligen Algen sehr auffallend, so dass füglich der Verdacht rege wird, dass dieselben überhaupt nicht zu den betreffenden Protisten gehören, sondern selbstständige Organismen sind, welche sich blos in das Ectoplasma der betreffenden Protisten (resp. in das Ento- oder Mesoderm gewisser Metazoën) eingenistet haben, — ähnlich jenen Palmellaceen, Zoosporeen, Florideen und Phycochromaceen, welche nach den Untersuchungen von Reinke, Janczewski, Cohn, Kny, Strasburger, Reinsch und F. E. Schulze in die Gewebe verschiedener Pflanzen und Schwämme einwandern und dieselben bewohnen.[1]

Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht mit grosser Wahrscheinlichkeit die von Cienkowski erkannte Natur der sogenannten *gelben Zellen* der Radiolarien, mit welchen Greeff und Andere die grünen Körperchen der *Heliozoën* meines Erachtens um so berechtigter für homolog ansehen, da manche *Heliozoën*, z. B. *Acanthocystis spinifera*[2] nicht grün, sondern gelb gefärbte Körperchen enthalten. Diese, wie bekannt der extracapulären Sarcode gewisser *Radiolarien* eingelagerten gelben Zellen sind von einer ziemlich derben farblosen Membran umschlossene, etwa 0·005 bis 0·025 mm. grosse, kugelige oder eiförmige Körperchen von gelbbrauner Farbe und enthalten einen wohl entwickelten Kern und häufig mehrere Amylumkörnchen.

Ihre Fortpflanzung erfolgt, wie bereits Johannes Müller erkannte, durch Theilung. Cienkowski hat nun, gestützt auf die Beobachtung, dass die gelben Zellen der *Sphaerozoiden* sich nach dem Absterben der *Radiolarien* mit einer dicken gelatinösen Membran umgeben, welche sie nach einer gewissen Ruhepause verlassen, sich dann durch Theilung fortpflanzen und im freien Zustand weiter leben, die gewiss berechtigte, bereits oben berührte Ansicht ausgesprochen, dass die gelben Zellen nicht Bestandtheile des Radiolarien-Körpers sein können, sondern selbständige einzellige Organismen sind.[3] Richard Hertwig, der diese Auffassung Anfangs entschieden verwarf,[4] neigte sich alsbald derselben zu,[5] und acceptirte sie neuestens mit aller Bestimmtheit, und zwar in Folge der Entdeckung,[6] dass mit den gelben Zellen der Radiolarien ganz übereinstimmend organisirte braungelbe oder gelblichgrüne Zellen in den

[1] Vgl. Cohn, Ueber parasitische Algen. Beiträge z. Biologie der Pflanzen. II. H. Breslau (1872) 87. Reinsch, Beobacht. über entophyte und entozoische Pflanzenparasiten. Bot. Zeitg 1879. No. 2—3. Reinke, Zwei parasitische Algen. Bot. Zeitg 1879. No. 30. F. E. Schulze. Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Spongien. ZWZ. XXXII. (1878) 147.

[2] Greeff. Ueber Radiolarien etc. AMA. V. (1869) 493

[3] Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. 1871.

[4] Zur Histologie der Radiolarien. (1876) 19.

[5] Der Organismus der Radiolarien. (1879) 118.

[6] Oscar und Richard Hertwig, Die Actinien anatomisch und histologisch untersucht. (1879) 39—44.

Entodermzellen gewisser Actinien (Anthea Cereus, A. cinerea, Adamsia diaphana, Actinia aurantiaca) ganz constant vorkommen, in anderen aber gänzlich fehlen, oder blos sporadisch angetroffen werden. «Die nachgewiesene Verbreitungsweise — sagen die beiden HERTWIG [1] — scheint uns wenig dafür zu sprechen, dass die gelben Zellen normale Bestandtheile der Actiniengewebe sind. Wie käme es sonst, dass sie bei einzelnen Arten im ganzen Entoderm verbreitet sind, bei anderen nahe verwandten Arten ganz fehlen, oder was noch unerklärlicher ist, nur ganz sporadisch aufgefunden werden. Dagegen sind dies Erscheinungen, welche bei der Verbreitung parasitischer Organismen ganz gewöhnlich zur Beobachtung gelangen. Bekanntlich geben von nahe verwandten Thier-Arten einige eine günstige Wohnstätte für fremde Eindringlinge ab, während andere wieder aus geringfügigen und schwer festzustellenden Ursachen gegen dieselben Immunität besitzen.» Dass die gelben Zellen der Actinien ganz selbständige Organismen sind, dafür spricht ferner deren zahlreiches Vorkommen in dem von den Actinien ausgeschiedenen Schleim, wo sie in den Schleimfetzen weiter leben und sich fortpflanzen.

Gestützt auf diese Beobachtungen konnte HERTWIG mit Recht seine vorige Ansicht aufgeben und aussprechen, dass die gelben Zellen, welche scheinbar normale Bestandtheile so verschiedener Organismen bilden, wie es die Radiolarien und Actinien sind, eingedrungene selbständige Organismen, also, den Parasitismus im weiteren Sinn genommen, einzellige parasitische Wesen sind.

Wenn man nun die selbständige Natur der im Entoderm der Actinien und in der extracapsulären Sarcode der Radiolarien vorkommenden gelben Zellen als eine endgiltig entschiedene Thatsache hinnimmt: muss man da nicht a priori auch der Annahme die grösste Wahrscheinlichkeit zusprechen, dass auch die in den Entodermzellen der Hydra viridis, in der äusseren Schicht des Protoplasmaleibes bei Heliozoën, und in der Rindenschicht der verschiedenen Infusorien, wie nicht minder im Mezoderm der Turbellarien vorkommenden grünen Körperchen, welche von einigen Forschern für Homologa der gelben Zellen angesprochen wurden, auch selbständige Organismen, eingewanderte einzellige Algen sin und nicht dem Organism s des betreffenden Protisten oder Thieres angehöre ? Sind ja doch diese sogenannten Chlorophyll-Körperchen, betreffs ihrer Organisation, mit den Palmellaceen identisch, namentlich mit der mit Chlorococcum infusionum wahrscheinlich identischen Palmellacee, welche nach den Untersuchungen von REINSCH [1] in den Blattzellen von Sphagnum latifolium, ferner, wie ich aus eigener Erfahrung hinzufügen kann, mit Rhaphidium-, Leptothrix-, Anabaena- und Nostoc-Arten in den Gewebselementen der verschiedensten Wasserpflanzen häufig angetroffen werden.

Was schon a priori die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hatte, wurde durch die von mir versuchte Züchtung der Chlorophyll-Körperchen ausserhalb der Protistenleibes über jeden Zweifel erhoben. Zu diesen Versuchen wählte ich den auch mit freiem Auge gut sichtbaren *Stentor polymorphus*, zerriss einige Individuen mittelst einer feinen Lancette, und brachte sie in einem Uhrgläschen mit reinem Quellwasser in die feuchte Kammer. Täglich unternommene Untersuchungen überzeugten mich, dass die Chlorophyll-Körperchen in den Stücken der zerrissenen Stentorenleiber weiter leben und sich fortpflanzen. In den ersten Beobachtungstagen erscheinen auf den zerrissenen *Stentoren* natürlich Bacterien, welche auch die meisten grünen Körperchen zerstören; nachdem aber das Wasser zeitweise vorsichtig abgegossen und durch frisches ersetzt wurde, nahm die Bacterienepidemie bald ein Ende und die Körperchen pflanzten sich mit unverändert erhaltenem frischen Grün fort, vergrösserten sich und entwickelten sich zu verschiedenen einzelligen Palmellaceen: Scenedesmus, Raphidium, Palmella-, Chlorococcum-Arten, zu Chlamydomonaden und Euglenen; einzelne Kugeln keimten sogar und entwickelten sich zu Stygeoclonium-Fäden.

Durch diese Versuche wird zweierlei bewiesen: erstens, dass die sogenannten Chlorophyll-Körperchen selbständige Organismen sind und nicht dem betreffenden Protisten angehören, weshalb ich sie auch *Pseudochlorophyll-Körperchen* nennen will; zweitens dass verschiedene Algen und grüne Flagellaten im Plasma der Infusorien als sehr kleine Kügelchen dem mit dem Charakter der Palmellaceen zu vegetiren vermögen, was in vollem Einklange steht mit der Behauptung von CIENKOWSKI: wonach ein grosser Theil

[1] Op. cit. 42

[1] Bot. Zeitg. 1879. Nr. 2. S. 24.

der Palmellaceen höchst wahrscheinlich blos eine Vegetations-Form anderer Algen repräsentirt.[1]

Uebrigens kann die Metamorphose der Pseudochlorophyll-Körperchen in bestimmbare Algenarten bereits in den lebenden Infusorien beobachtet werden. Hierzu eignet sich *Stentor polymorphus* am besten; hält man ihn längere Zeit in demselben nicht erneuerten Wasser, so tritt eine Metamorphose der grünen Kügelchen ein und aus den *Stentoren* werden allmälig wahrhaftige lebende Museen von den erwähnten Algen, Flagellaten, und aus etlichen Zellen bestehenden kümmerlichen Algenfäden, welche letzteren aus dem Ectoplasma successive in das Entoplasma eindringen und hier verdaut werden, so dass die grünen *Stentoren* endlich ganz farblos werden, In nicht eben seltenen Fällen dringen einzelne dieser veränderten «Chlorophyll-Körperchen» in das Wassergefäss der *Stentoren* ein, und die von Stein im Wassergefäss eines *Stentors* abgebildeten, munter herum schwimmenden zwei Euglenen [2] werden wohl nicht aus dem Entoplasmn in das Wassergefäss eingedrungen sein, wie Stein vermuthet, sondern offenbar im Ectoplasma zur Entwickelung gelangt und von hier in das Wassergefäss eingedrungen sein.

Auch in *Stichotricha secunda* bietet sich ein sehr lehrreiches Object zum Studium der Natur der Chlorophyllkörperchen bei Infusorien. Die in torfigen Tümpeln häufig in unzähligen Massen angetroffenen Exemplare dieser Infusorien enthalten dicht gedrängte, grüne Kügelchen von ganz gleicher Grösse, während die in grösseren stagnirenden Wassern lebenden Exemplare entweder farblos sind, oder blos etliche Chlorophyll-Körperchen von verschiedener Grösse aufweisen, unter welchen einzelne Scenedesmus-Gruppen und andere Palmellaceen sehr deutlich zu erkennen sind. Dasselbe fand ich bei der Turbellarie Vortex truncatus, bei welchem im Mesoderm meist schütter zerstreute grüne Zellen, theils von Grösse und Form der Pflanzen-Chlorophyll-Körperchen, theils in der Form deutlich erkennbarer Palmellaceen vorkommen.

Manche *Heliozoën* pflegen ihre grünen oder gelben Körperchen zuweilen freiwillig auszuwerfen; Greeff machte diese Beobachtung bei *Acanthocystis turfacea* und *A. spinifera*,[3] wozu ich aus eigenen Beobachtungen beifügen kann, dass *Acanthocystis aculeata* ihre Pseudochlorophyll-Körperchen vor der Encystirung constant ausstösst; letztere vermehren sich dann innerhalb des — von der contrahirten und eingekapselten Heliozoë nicht ganz ausgefüllten stachligen Kieselhülse in Palmellenform so lang, bis sie die Hülse sprengen.

Dass übrigens die grünen Körperchen der *Heliozoën* nicht dem Rhizopoden angehören, wurde auf Grund von Beobachtungen an *Acanthocystis aculeata* bereits vor mir von R. Hertwig und Lesser als wahrscheinlich ausgesprochen. «Sind die zur Nahrung dienenden Organismen nicht farblos — sagen die genannten Forscher[1] — sondern chlorophyllgrüne Algenschwärmer, so verläuft selbstverständlich der Process der Assimilation in vollkommen gleicher Weise, nur mit dem Unterschied, dass anstatt der graubläulichen, ovalen, oder kugeligen Körper sich Chlorophyllkörner ausbilden. So wurden, als aus einer uns nicht näher bekannten Alge zahllose Schwärmer ausschlüpften, die bis dahin fast farblosen Acanthocystiden binnen Kurzem mit Chlorophyllkörnern dicht gefüllt, während die kleinen Schwärmer massenhaft betäubt den Pseudopodien anhafteten. — Wir glauben hiernach annehmen zu dürfen, dass die Chlorophyllkörner nicht als nothwendig zum Bau und der Existenz der Heliozoën, bei denen sie vorkommen, angesehen werden dürfen und aus der Reihe der morphologisch wichtigen Körpereinschlüsse gestrichen werden müssen.»

Dass die grünen Körperchen der *Heliozoën* nicht dem Organismus der betreffenden Rhizopoden angehören, dafür spricht mit grosser Beweiskraft auch das von Archer bei einer grünen Actinophryine beobachtete Ausschlüpfen der grünen Körperchen in der Form von Schwärmern mit zwei Cilien.[2]

Das von R. Hertwig und Lesser über die Pseudochlorophyll-Körperchen der Heliozoën Gesagte konnte ich auf Grund obiger Ausführungen, wie mir scheint, mit vollem Recht verallgemeinen, und ich ging gewiss nicht über das Ziel hinaus mit dem bereits vor vier Jahren gethanen Ausspruch, dass die sogenannten Chlorophyll-Körperchen bei Ciliaten, Rhizopoden und einigen niederen Thieren nicht zu

[1] Ueber Palmellen-Zustand bei Stygeoclonium. Bot. Zeit. 1876. Nr. 2. u. 5. S. 70.

[2] II. Taf. V. Fig. 2. X—X.

[3] Op. cit. 484 und 493.

[1] Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. AMA. X. Suppl.-Heft. (1874) 203.

[2] Journ micr. sc. 1870. S. 307. Vgl. Leuckart: Bericht etc. AN. 38. Jahrg. II. (1872) 343.

den Organisations-Bestandtheilen gehören, sondern eingewanderte Algen sind, welche in der Form kleiner runder Zellen vegetiren, und es war mir eine angenehme Ueberraschung in einer jüngst erschienenen, an Thatsachen und Ideen gleich gehaltvollen Arbeit von SEMPER einer mit der meinigen vollkommen übereinstimmenden Auffassung zu begegnen.[1]

Es frägt sich nun, auf welche Weise die Pseudochlorophyllkörperchen in die Protisten und in die Gewebselemente der niederen Thiere gelangen? Diese Frage wurde, wenigstens hinsichtlich der *Heliozoën* von R. HERTWIG und LESSER in den oben citirten Worten bereits beantwortet, und meinerseits genügt es hinzufügen, dass das Eindringen in die *Ciliaten* auf die nämliche Weise erfolgt. Die durch das Vorkommen von Pseudochlorophyll-Körperchen charakterisirten Infusorien sind sämmtlich entweder pantophag, oder nähren sich vorwiegend mit einzelligen Algen und grünen Flagellaten, woraus wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit gefolgert werden kann, dass die Einführung durch den Mund erfolgt. Dass die thatsächlich der Fall ist, davon konnte ich mich bei solchen Infusorien, welche Chlorophyll-Körperchen nur selten enthalten, auch durch directe Beobachtungen überzeugen. Hierher gehören z. B. *Coleps hirtus* und *Enchelys gigas*; letzterer nimmt anstatt der Ciliaten namentlich der *Vorticellinen*, nur ausnahmsweise mit grünen *Flagellaten* und Palmellaceen vorlieb. Haben die genannten Infusorien zahlreiche *Euglenen*, *Chlamydomonaden* und Palmellaceen verschluckt, so werden von letzteren einzelne aus dem Entoplasma des Protisten rein mechanisch in das Ectoplasma gedrückt, und zerfallen, indem sie der Gefahr, verdaut zu werden, glücklich entronnen, durch rasch auf einander folgende Theilung in Pseudochlorophyll-Körperchen, welche das Ectoplasma als Brutstätte occupiren.

Es kann für sehr wahrscheinlich angesehen werden, dass auch die Turbellarien und die grüne Hydra unmittelbar oder durch Vermittlung verschluckter grüner Infusorien, also im Wesentlichen auf die nämliche Weise zu ihren Pseudochlorophyll-Körperchen gelangen.

Die Pseudo-Chloroghyllkörperchen, welche sich in Protisten oder gewisse niedere Metazoën eingenistet haben, können als Parasiten gewiss nicht angesprochen werden; ich halte die zwischen ihnen und ihrem gastfreien Wirth bestehende Beziehung für ein auf ähnliche Interessengemeinschaft basirtes Consortial-Verhältniss, wie jenes, welchem — nach der heut zu Tage fast allgemein acceptirten SCHWENDENER'schen Lehre — durch innige Verwebung gewisser Pilzhyphen und sogenannten Gonidien d. h. gewisser Algen zu einem gemeinsamen Organismus — der mannigfaltig geformte Thallus der Lichenen seine Entstehung verdankt. Ich habe dieser Ansicht bereits in meinem wiederholt citirten Vortrag Ausdruck verliehen, und wurde auf angenehme Weise überrascht, auch bei SEMPER denselben Vergleich anzutreffen.[1]

Aus dieser Allianz erwachsen für beiderlei sonst so verschiedene Organismen wesentliche Vortheile: die Pseudochlorophyll-Körperchen finden im Körper des Wirthes nicht nur ein sicheres Asyl, sondern haben auch im Wasser, welches den Protoplasmaleib, respective die Gewebe durchströmt und Producte des Stoffwechsels aus dem farblosen Wirth aufnimmt, auch eine reiche Nahrungsquelle ununterbrochen zur Verfügung; dafür entwickeln die grünen Inwohner für den Wirth fortwährend Sauerstoff und leisten ihm den Miethzins in der Form dieses unentbehrlichen belebenden Elements.

Ich kann an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, dass die von GEDDES von den grünen Planarien der brétagner Küste geschilderte Erscheinung, wonach dieselben, gleich Schwärmsporen der Algen, stets die dem Licht zugekehrte Seite der Aquarien aufsuchen,[2] nichts weniger als neu ist; dieselbe wurde bereits von M. SCHULTZE bei Vortex viridis aufgezeichnet,[3] und dass auch die Pseudochlorophyllkörperchen enthaltenden Protisten das Licht aufsuchen, ist den Protistologen längst bekannt, und findet seine Erklärung ohne Zweifel darin, dass im Kampf ums Dasein jene Protisten den Sieg davontragen, welche die Oxygenproduction ihrer grünen Inwohner am meisten begünstigen, was sie — da zur Zersetzung der Kohlensäure durch das Chlorophyll und zum Freiwerden des Sauerstoffs die Einwirkung von Licht unbedingt erforderlich ist — durch Aufsuchen des

[1] Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. I. Th. Leipzig. (1880) 87—93.

[1] Op. cit. 91.

[2] CR. Bd. 87. S. 1093. Vgl. Kosmos. 3. Jahrg. 3. H. (1879.) 216. Ferner: Természettudományi Közlöny, Bd. 11. Hft. 121. 1879. 357.

[3] Beitr. zur Naturgesch. der Turbellarien. Greifswald (1851) 17.

Lichtes anstreben. So wie die consortielle Verbindung von grünen und farblosen Organismen durch den Kampf um's Dasein zu Stande gebracht wurde, so ist auch die nämliche Ursache, welche die, den Bestand des für beide Theile vortheilhaften Bundes sichernde Lebensweise regulirt.

Eine gewisse Sensation wurde durch jenes Ergebniss der Untersuchungen von GEDDES erregt, wonach die grünen Planarien der brétagner Küsten unter der Einwirkung des Sonnenlichts Gasblasen, welche 43—52% Sauerstoff enthalten, ausscheiden, im Dunkeln hingegen binnen 2—4 Tagen absterben, also in der That, wie grüne Pflanzen, unter Einwirkung des Lichts scheinbar «von der Luft leben.»[1] Dies ist aber jedenfalls blos Schein, denn die den Sauerstoff entwickelnden grünen Körperchen sind gewiss auch bei den Planarien der brétagner Küste keine dem Organismus des Wurmes angehörigen wahren, sondern eingedrungene Pseudochlorophyll-Körperchen; das Absterben im Dunkeln würde dann höchstens für eine so weit gediehene Anpassung der fraglichen Planarien an die in ihren Geweben vor sich gehende Athmung zeugen, infolge deren sie, wenn aus Mangel an Licht die Kohlensäurezersetzung sistirt, gleich einem aus dem Wirth genommenen Parasiten, elendiglich zu Grunde gehen. Doch giebt es für dieses Absterben im Dunkeln auch eine andere, viel einfachere Erklärung: wurden nämlich die Planarien bei den GEDDES'schen Versuchen in wenig Wasser an einem dunklen Ort gehalten, so mussten dieselben, sobald der im Wasser absorbirte athmosphärische Sauerstoff aufgezehrt war, selbstredend zu Grunde gehen; unter ähnlichen Umständen würden auch andere Planarien oder sonstige aus Wasser respirirende Thiere an Oxygenmangel sterben. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Planarien an erhellten Orten auch in wenig Wasser am Leben bleiben können, weil die durch dieselben ausgeschiedene Kohlensäure durch die Pseudo-Chlorophyllkörperchen fortwährend zersetzt, und so das Wasser stets mit Sauerstoff versehen wird; dagegen müssen grüne Körperchen nicht enthaltende Planarien oder andere Wasserthiere in wenig Wasser auch an erhellten Orten verkommen, können aber, wie Jedermann bekannt, auch in wenig Wasser, jedoch wie die grünen Planarien, blos an hellen Orten, leicht am Leben erhalten werden, wenn man im Wasser Algen cultivirt.

[1] Kosmos.

Dass diese Erklärung für das Absterben der grünen Planarien im Dunkeln die wahrscheinlichere ist, dafür spricht der Umstand, dass die Planarien nach GEDDES auch im Dunkeln 2 bis 4 Tage lang lebten; dafür spricht ferner die Beobachtung, dass von M. SCHULTZE vier Wochen lang im Finstern gehaltene und vollkommen verblasste Individuen von Vortex viridis auch ohne Pseudochlorophyll-Körperchen am Leben blieben;[1] endlich kann ich auf Grund eigener Untersuchungen behaupten, dass auch die Protisten einen aus welcher Ursache immer erfolgenden Zerfall ihrer Pseudochlorophyll-Körperchen vertragen, während die *Euglenen*, durch welche echtes, d. h. ihrem eigenen Organismus angehöriges Chlorophyll tingirt sind, im Dunkeln gehalten, auch bei grosser Wassermenge absterben und durch Bacterien zerstört werden.

Indessen erwächst den Protisten aus den Pseudochlorophyll-Körperchen nicht blos vermöge der Sauerstoffentwicklung ein Nutzen, sondern die Inwohner dienen dem Wirth auch direct als Nahrung; die fortwährend sich vermehrenden Pseudochlorophyll-Körperchen gelangen nämlich zum Theil in das verdauende Entoplasma und werden hier, wie jede direct von aussen aufgenommene Nahrung verdaut. Von *Paramecium Bursaria* ist längst bekannt, dass ein Theil seiner Pseudochlorophyll-Körperchen mit dem Entoplasma mitströmen, wobei dieselben, wie man sich leicht überzeugen kann, thatsächlich verdaut werden. Manche Infusorien werden durch diese bequem erworbene Nahrung vollkommen befriedigt, weshalb sie von aussen kaum etwelche Nahrungsmittel aufnehmen, sondern blos Wasser durch den Schlund strudeln; dies gilt namentlich von den grünen Individuen von *Paramecium Bursaria, Vorticella Campanula* und *Vaginicola crystallina*, welche fremde Einschlüsse blos selten enthalten, wogegen im Entoplasma stets Pseudochlorophyll-Körperchen auf verschiedenen Stadien der Verdauung angetroffen werden. Bei diesen Infusorien fällt den Pseudochlorophyll-Körperchen im Haushalt der Protisten ganz dieselbe Rolle zu, wie den Gonidien bei den Lichenen; letztere bereiten nämlich aus den im Wasser gelösten anorganischen Verbindungen die organischen, welche in den die Lichenen bildenden Consortien den Hyphen, bei den Protisten aber dem farblosen Protoplasmaleib selbst zur Nahrung dienen.

[1] Op. et l. cit.

Von den verschiedenfärbigen und nuancirten Pigmenten, welche bei zahlreichen nach animalischer Art sich nährenden Protisten im Plasma, und zwar am häufigsten (namentlich bei den Infusorien) im Ectoplasma bald eine diffuse, bald eine durch äusserst fein zertheilte moleculäre Körnchen bedingte Färbung verursachen, kann in vielen Fällen direct nachgewiesen werden, dass es nicht eigene Producte der betreffenden Protisten sind, sondern aus den als Nahrung verbrauchten, reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden Algen oder Flagellaten herrühren, indem das Pigment der letzteren während der Verdauung gewisse Farbenveränderungen erleidet, und im Plasma des betreffenden Protisten abgelagert, demselben eine gewisse Farbe verleiht. Stein war wohl der erste, der die Abstammung des Pigments bei einem Ciliaten, der *Nassula elegans*, aus der Nahrung nachwies.

Der Leibesinhalt, der *Nassula elegans* — sagt Stein [1] — ist ursprünglich ganz farblos, bei den meisten Individuen ist er aber von den auf gelösten Nahrungsstoffen mehr oder weniger tief rostgelb gefärbt, ähnlich wie bei *Chilodon ornatus*. Die Nahrung der Thiere besteht nämlich in Oscillatorien, von denen oft so lange Fäden verschluckt werden, dass der Körper widernatürlich verlängert und auseinander gespreizt wird. Bei der Verdauung zerfallen die Oscillatorien in ihre scheibenförmigen Glieder, diese nehmen zuerst eine spangrüne, später eine schmutzigblaue, und zuletzt eine rostbraune Farbe an, und endlich lösen sie sich in eine sehr fein zertheilte Masse auf, die den Körperinhalt gleichförmig rostgelb färbt.

Cohn ist von den verschiedenen Pigmenten bei *Nassula elegans* — welche entweder in verschiedenen Nuancen von gelblichbraun, blau und violett in den Verdauungsvacuolen des Entoplasmas vorkommen und von Ehrenberg als durch eigene Drüsen secernirte Galle angesprochen wurden, oder eine mehrweniger gesättigte ziegelrothe Färbung des Ectoplasmas verursachen — gleichfalls der Ansicht, dass dieselben aus dem Phycochrom verschluckter Oscillarien herstammen; für dieses Pigment ist ein bereits in der lebenden Alge oder erst nach deren Absterben, während der Zersetzung erfolgender Uebergang der Farbe in Nuancen von spangrün, indigoblau, violett, purpur, olivgrün oder braungelb charakteristisch.[1] Die *Nassulen* mit ihrer besonders von den in den Verdauungs-Vacuolen gelösten Pigmenten herrührenden prachtvollen Färbung liefern in der That einen sehr lehrreichen Beweis für die Abstammung der Pigmente aus aufgenommenen Algen, und Stein ist gewiss im Recht, wenn er behauptet, dass die grösste Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass die Färbung bei sämmtlichen Infusorien durch Zersetzungsproducte der Nahrung bedingt wird.[2]

Bei den *Rhizopoden* liegen über den Ursprung der Pigmente blos hinsichtlich der *Vampyrellen* sichere Angaben vor; von diesen ist nämlich nach Cienkowski's Untersuchungen,[3] deren Ergebnisse ich nur bestätigen kann, bekannt, dass die ziegelrothe Farbe vom Chlorophyll grüner Algen oder *Euglenen*, die bräunliche Farbe aber von verschluckten Diatomeen abstammt.

Auf Grund des Angeführten darf, trotzdem die Pigmente der Protisten noch lange nicht befriedigend studirt sind, wohl als höchst wahrscheinlich ausgesprochen werden, dass wie die sogenannten Chlorophyll-Körperchen, so auch die Pigmente bei den Protisten mit animalischer Ernährungsart überhaupt nicht zu den eigenen Stoffwechselproducten gehören, vielmehr in allen Fällen von reines oder modificirtes Chlorophyll enthaltenden und mittelst solchen assimilirenden Protisten, resp. Algen abstammen.

Kerngebilde.

Seit dem von v. Siebold im Jahre 1845 gethanen Ausspruch, dass das bei einem Theil der Protozoen, namentlich bei den Ciliaten bereits durch Ehrenberg unterschiedene und als *männliche Geschlechtsdrüse* angesprochene Organ dem *Zellkern* entspricht, waren sowohl Bekenner der Einzelligkeitstheorie, als auch des Aufbaues der Protisten aus Geweben mit besonderer Sorgfalt um die Erforschung dieses Organs bemüht, und die hierauf gerichteten Untersuchungen ergaben binnen Kurzem, dass ein oder mehrere Kerne bei allen Protisten — mit Ausnahme der *Foraminiferen*, bei welchen die Kerne erst in letzter Zeit nachgewiesen wurden — zu den regelmässig vorhan-

[1] Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. unters. 249.

[1] Ueber Fortpflanzung der Nassula elegans. Ehr. ZWZ. IX. (1857) 143.

[2] I. 67.

[3] Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. (1876) 26.

denen Organisationsbestandtheilen gehören. Bei diesem Stand der Kenntnisse musste der von HAECKEL im Jahre 1864 bei Nizza im Mittelländischen Meere entdeckte *Protogenes primordialis*[1] eine gewisse Sensation hervorrufen; dieser rhizopodenartige nackte Protist sollte nämlich überhaupt keinen Kern besitzen und lediglich aus homogenem Protoplasma bestehen. Auf diesen und mehrere andere von ihm und von CIENKOWSKI entdeckte kernlose Protisten gründete HAECKEL, wie bereits oben erwähnt, die auf der tiefsten Stufe der Protisten und sämmtlicher Lebewesen überhaupt stehende Gruppe der *Moneren*.[2]

Die v. SIEBOLD'sche Ansicht von der Gleichwerthigkeit des fraglichen Organs des Protistenleibes mit einem *Zellkern* (*cytoblast* Schleiden, *nucleus* Autor.) kann heute als ganz allgemein acceptirt betrachtet werden; selbst FROMENTEL, sonst ein heftiger Gegner der Einzelligkeit der Protisten, ist der (freilich in seine Auffassung am wenigsten passenden) Ansicht, dass der Protistenkern dem Kern der Pflanzenzelle sehr nahe steht.[3]

Welche Bedeutung man immer der Erkenntniss dieser Homologie beimessen mag, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass hierdurch die Kenntniss von den Kerngebilden der Protisten nicht wesentlich gefördert wurde; denn trotz aller neuen Untersuchungen gilt noch immer, was STRICKER vom Zellkern sagt: «Seitdem R. BROWN im Jahre 1833 den Kern der Pflanzenzellen entdeckt hat, hat sich noch kein namhafter Fortschritt in der Erkenntniss dieses Gebildes daran geknüpft.»[4]

Ich beabsichtige nicht, von der physiologischen Bedeutung und Rolle des Kernes der Protisten und der sehr verschiedenen, zum Theil gänzlich entgegengesetzten Auffassung, die demselben zu Theil geworden, an dieser Stelle zu sprechen; weiter unten bei Behandlung der Fortpflanzung wird sich hierzu noch Gelegenheit bieten. Darum beschränke ich mich hier blos auf die Organisations- und sonstigen morphologischen Verhältnisse der Kerngebilde.

[1] Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden. ZWZ. XV. (1865) 360.

[2] Vgl. Generelle Morphologie der Organismen. Berlin. 1866. Ferner: Studien über Moneren und andere Protisten 1870.

[3] Études sur les Microzoaires. 79.

[4] Handb. der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. I. B. Leipzig. (1871.) 22.

Kaum eine Frage der Histologie dürfte abweichenderen Ansichten begegnen, als die Structur des Zellkerns. Nach KÖLLIKER besteht der Zellkern — von den nicht constanten, ein oder mehreren stets consistenteren Kernkörperchen (nucleolus) abgesehen — aus ein emBläschen, welches von einer mehr-weniger dicken Membran umschlossen und von flüssigem Kerninhalt oder Kernsaft erfüllt wird.[1] AUERBACH findet, dass der Kern ursprünglich nichts weiter ist, als eine Art Vacuole d. h. eine mit Flüssigkeit gefüllte Aushöhlung im Protoplasma, oder deutlicher ausgedrückt ein vom Protoplasma verschiedener, reiner Flüssigkeitstropfen, welcher eine wandungslose Höhlung ausfüllt; in diesem Tropfen tritt dann ein, wie es scheint durch Verschmelzen von aus dem den Tropfen umgebenden Protoplasma losgelösten feinen Partikelchen gebildetes, consistenteres Körperchen, der *nucleolus* auf; zu alldem kann sich noch die durch Verdichtung der den Tropfen unmittelbar umgebenden Protoplasmaschicht zu Stande kommende *Kernmenbran* gesellen.[2] Ganz abweichend lautet die die meisten Anhänger zählende Ansicht von LEYDIG, nach welcher: «Der Kern der Zelle entweder die gleiche Consistenz hat, wie das Protoplasma, oder er erscheint etwas fester. Ist blos seine Rindenschicht von grösserer Consistenz, so spricht man auch wohl von einem *bläschenförmigen Kern*, nicht selten stellt er ein durch und durch solides weiches Korn dar, man nennt ihn dann auch einen *massiven Kern*.»[3]

Jene Forscher, welche zweierlei Kerne (einen *bläschenförmige n*und einen *massiven*) unterscheiden, sind betreffs der Frage, welcher Kern als primitiver oder origineller zu betrachten sei, aus welchem sich die zweite Kernform entwickelte, wieder verschiedener Ansicht: nach FREY ist jeder Kern ursprünglich bläschenförmig und aus diesem kann sich hinterher der massive Kern entwickeln;[4] dagegen hält STRICKER für erwiesen, dass der Kern im jungen Zustand stets massiv ist und erst später eine bläschenartige Umwandlung erleidet.[5] Die angeführten Ansichten über die Structur des Kerns liessen etwa vorhandene feinere Structurverhältnisse ausser acht; ehedem wurde

[1] Handb. der Gewebelehre. V. Aufl. Leipzig. (1867.) 18.

[2] Organolog. Studien II. H. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte d. Zellkerne. Breslau (1874) 238.

[3] Von dem Bau des thierischen Körpers. I. B. Tübingen. (1864.) 14.

[4] Grundzüge der Histologie. Leipzig. (1875.) 6—7.

[5] Op. cit. 24.

höchstens die vorhandene oder mangelnde Granulirung des Kerns, die Grösse der Körnchen, ferner deren mehr oder minder dichte Anordnung erwähnt, und erst in neuester Zeit wurde von Beobachtungen über die feinere Structur Mittheilung gemacht. K. Heitzmann trat zuerst in den Ergebnissen seiner, die ganze bisherige Zellentheorie mit Umsturz bedrohenden Untersuchungen mit der Entdeckung hervor, dass auch die Zellkerne, wie das Protoplasma der Zelle, aus einem zarten Balkennetz und in dessen Maschenräumen aus einer homogenen flüssigen Substanz besteht.[1] Das Vorkommen dieses Balkennetzes im Kern zahlreicher Pflanzen» und Thierzellen wurde von Frommann, Strasburger, Oscar Hertwig, van Beneden, Bütschli, Flemming und mehreren anderen Forschern bestätigt.[2]

Diese verschiedene Auffassung von Substanz und Structur des Zellkerns muss nothwendigerweise zu der Annahme führen, dass der Zellkern von einem gewissen primitiven, indifferenten Zustand ausgehend, wie die Gewebselemente und die Organismen selbst, in verschiedenen Richtungen Differenzirungen fähig ist, und es taucht das brennende Bedürfniss auf, dass die Kerne von verschiedener Substanz und Structur mit dem in jenem gewissen primitiven Zustand befindlichen Kern in Zusammenhang gebracht werden. Den Versuch, diese Aufgabe zu lösen, unternahm Richard Hertwig in einer Arbeit, welche, gestützt auf den gegenwärtigen, nicht in jeder Hinsicht befriedigenden Stand der Kenntnisse, einen absoluten Werth zwar nicht beanspruchen kann, aber jedenfalls im Stande ist, die Differenzen zwischen den Anschauungen zu ebnen und einer zukünftigen einheitlichen Anschauung als Grundlage zu dienen.[3]

Nach Hertwig besteht der Kern aus zwei Substanzen, nämlich der *Kernsubstanz (Nucleussubstanz)* und dem *Kernsaft*, welche in verschiedenen Kernen in einem verschiedenem Verhältniss vorhanden sind. Die Kernsubstanz besteht, wie die lebende Zellsubstanz oder das Protoplasma, aus einem unbekannten und zweifelsohne während des Lebensprozesses der Kerne veränderlichen Gemisch von in die Gruppe der Eiweisstoffe gehörigen Substanzen; die Zusammensetzung betreffend kommt dieselbe dem Protoplasma jedenfals sehr nahe, dass aber die zwei Substanzen nicht, wie Auerbach meint, als von ganz identischer Zusammensetzung betrachtet werden können, das wird durch einen allgemein bekannten Umstand, nämlich die verschiedene Wirkung mikrochemischer Reagentien auf die zwei verwandten Substanzen über jeden Zweifel erhoben. Der Kernsaft, das heisst die das Protoplasma durchtränkende Flüssigkeit ist zwar hinsichtlich der Zusammensetzung nicht näher bekannt, es kann jedoch mit Recht angenommen werden, dass der Kernsaft nicht nur aus Wasser und gelösten anorganischen Salzen besteht, sondern auch gelöste organische Stoffe enthält.

Von der Vertheilung der beiden Substanzen ist die Structur des Kerns in erster Reihe abhängig.

Der Ausgangspunkt wird durch den *primitiven Kern* gebildet, in welchem Kernsubstanz und Kernsaft scheinbar gleichmässig gemengt sind, zumindest ein von der Kernsubstanz geschiedener Saft nicht zu erkennen ist. Der primitive Kern ist homogen, blass und in der lebendigen Zelle ohne Anwendung von Reagentien häufig ganz unsichtbar, in anderen Fällen hingegen hebt er sich durch seine grauliche Farbe vom Protoplasma ab. In Reagentien färbt er sich und gerinnt gleichmässig, höchstens dass sich an der oberflächlichsten Schicht eine stärkere Einwirkung der Reagentien zeigt, was, wie beim Protoplasma, auf eine consistentere Beschaffenheit der Corticalschicht hinweist. Obschon der primitive Kern in der Regel ganz structurlos erscheint, so ist er es doch nicht in allen Fällen; es lassen sich nämlich in seiner homogenen Grundsubstanz nicht selten bald in gleichen Abständen angeordnete und von der Grundsubstanz durch schwächere oder stärkere Lichtbrechung abweichende kleine Körnchen, Kügelchen, in anderen Fällen wieder fettglänzende Schöllchen von ganz unregelmässiger Form, Grösse und Anordnung unterscheiden. Die granulirten Kerne kommen aus den homogenen primitiven Kernen offenbar dadurch zu Stande, dass sich die Kernsubstanz in verschiedenen Abständen verdichtet, und dass in den Schöllchen enthaltenden Kernen einzelne dieser irregulär geformten verdichteten Theilchen der Verfettung verfiellen. Der primitive Kern verlässt nicht selten die ursprüngliche Kugelform, um sich durch Auswachsen

[1] Untersuchungen über das Protoplasma. Sitzungsb. d. math. naturw. Classe. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 67. Abth. III. Wien. 1873.

[2] Vgl. Walter Flemming. Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. AMA. XIII. (1876) 693. C. Frommann, Beobachtungen über Structur und Bewegungserscheinungen d. Protoplasma d. Pflanzenzellen. Jena. 1880.

[3] Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung d. verschiedenen Kerne. MJ. II. (1876) 63.

in einer Richtung bandartig in die Länge zu strecken, oder sich durch seitlich hervorwachsende Sprossen auf verschiedene Weise zu verästeln.

Von dem homogenen primitiven Kern können alle übrigen Kernformen abgeleitet werden; letztere weichen zunächst die Vertheilung von Kernsubstanz und Kernsaft betreffend ab, für welche Vertheilung es sehr verschiedene Möglichkeiten giebt. In den einfachsten Fällen sammelt sich der Kernsaft in einzelnen Vacuolen der Kernsubstanz an, wodurch die im Centrum Kernsaft enthaltenden oder — besonders bei gestreckten primitiven Kernen — die durch je eine Vacuole gleichsam halbirten Kerne zu Stande kommen. Aehnliche Kernsaft enthaltende Vacuolen treten nicht selten auch im Kernkörperchen oder *Nucleolus* auf.

Nicht selten geschieht die Trennung in der Weise, dass sich die Kernsubstanz im Centrum anhäuft, der Kernsaft hingegen an die Peripherie gedrängt wird, und um die aus Kernsubstanz bestehende Kugel gleichsam einen Hof bildet. Hierdurch kommt der *bläschenförmige Kern* zu Stande, welcher gewöhnlich gleichsam als Paradigma eines Zellkerns angesehen wird, obschon der gewöhnlich als *Kern* angesehene Theil desselben eigentlich dem sich von der Kernsubstanz gesonderten Kernsaft, das centrale *Kernkörperchen (nucleolus)* aber der verdichteten Kernsubstanz entspricht. Dabei bleibt nicht selten ein Theil der Kernsubstanz in der Peripherie, so dass der Safthof, welcher die durch Verdichten der Kernsubstanz zu Stande gekommene Kugel umgiebt, von aussen noch von einer aus Kernsubstanz bestehenden Schicht bedeckt wird. Letztere wurde von Hertwig als *Kernrindenschicht* bezeichnet.

Neben dem bläschenförmigen Kern kann ich nicht umhin jener von Hertwig zwar unberücksichtigt gelassenen dafür aber sehr häufigen Kernform Erwähnung zu thun, bei welcher der grösste Theil des Kernes aus einer sehr saftreichen structurlosen Kernsubstanz besteht, welche eine aus dichterer Kernsubstanz gebildete Kugel einschliesst. Ich will diese blos übergangsweise, nämlich bei der Umwandlung des primitiven Kernes in einen bläschenförmigen, vorkommende Kernform, *Uebergangskern* nennen.

Diesem bläschenförmigen oder uninucleolären Kern unmittelbar angereiht finden sich bei Hertwig die *pauci- und multinucleolären Kerne;* bei den ersteren finden sich innerhalb des aus gesondertem Kernsaft gebildeten Hofes mehrere, häufig verschieden grosse Kugeln aus Kernsubstanz; bei letzteren hingegen ist der ganze Kern aus dicht gelagerten oder durch geringe Zwischenräume getrennten gleich grossen Kügelchen (nucleoli) zusammengesetzt, gleichsam aus lauter Micrococcen bestehend. Ich will diese bei Protisten sehr häufige Kernform *granulirten Kern* nennen. Für die Entwickelung dieser granulirten Kerne hob Hertwig zwei Möglichkeiten hervor. Entweder leiten sich die vielen Kernkörper direct aus dem homogenen Zustand des Kernes ab, indem die Aussonderung der Kernsubstanz an verschiedenen Punkten gleichzeitig begonnen hat; oder — die zahlreichen Nucleoli sind, wie Auerbach annimmt, durch Theilung aus einem ursprünglich einfachen Nucleolus entstanden.

Als eine häufige Differenzirung tritt bei verschiedenen Kernen die *Kernmembran* auf: eine bald überaus zarte, structurlose, bald dickere, häufig schon ohne Reagentien gut unterscheidbare, doppelt contourirte Membran, in letzterem Fall zuweilen von feinen Porenkanälchen siebartig durchbrochen. Auf welche Weise die Kernmembran zu Stande kommt, ob dieselbe durch den Kern selbst an der Oberfläche abgesondert wird, oder aber sich aus dem den Kern umgebenden Protoplasma differenzirt, kann derzeit nicht für entschieden gehalten werden. Die meisten Forscher huldigen der ersteren, Auerbach der letzteren Auffassung. Offenbar sind beide Entwickelungsarten möglich, und es scheint sehr wahrscheinlich, dass die Kernmembran sich in gewissen Zellen auf die eine, in anderen hingegen auf die zweite Art entwickelt. Betonen will ich noch, dass die bereits oben erwähnte Kernrindenschicht von der Kernmembran wohl zu unterscheiden ist.

Bei bläschenförmigen Kernen ist zwischen sogenannten Kernkörperchen und der Kernmembran nicht selten ein den anastomosirenden Pseudopodien der Rhizopoden ähnliches feines Fadennetz entwickelt; solche Kerne liefern ein ganz ähnliches Bild, wie gewisse Pflanzenzellen mit zahlreichen Safträumen.

Dies zur Orientirung vorangeschickt gehe ich nun auf die Kerngebilde der Protisten über, wobei ich bemerken will, dass ich jene Veränderungen, welche an den Kerngebilden der in Fortpflanzung begriffenen Protisten zu beobachten sind, hier ganz unberücksichtigt lasse und mich so als viel möglich blos auf die Kerngebilde von vollständig entwickelten Protisten beschränke.

Für die *Gregarinen* ist im Allgemeinen ein ein-

ziger grosser, heller selten homogener, meist bläschenförmiger oder Uebergangskern, mit einem ziemlich grossen, seltener mit zwei bis drei verschieden grossen Kernkörperchen charahteristisch. Das Kernkörperchen ist nicht immer ganz homogen, sondern bildet häufig ein von einer Membran begrenztes helles Bläschen, in dessen flüssiger Grundsubstanz mehrere consistere, homogene oder granulirte, in den lebenden *Gregarinen* ihre Form amoeben-artig ändernde Körper sich befinden. Kugelig contrahirte und eingekapselte *Gregarinen* sehen mit ihren grossen bläschenförmigen Kernen reifen Eizellen so ähnlich, dass die thatsächlichlich wiederholt vorgekommene Verwechslung leicht erklärlich ist.

In der Gruppe der *Rhizopoden* sind die Kerne ziemlich verschieden; am häufigsten kommen die Uebergangs- und bläschenförmigen Kerne ohne oder mit einer Kernrindenschicht vor. Solche bläschenförmige Kerne. einzeln oder mehrere, zuweilen sehr zahlreiche, sind für die *Monothalien* sowohl mit lappen- als auch mit strahlenförmigen Pseudopodien, z. B. für *Amoeben, Arcellinen, Euglyphen* und *Heliozoën* charakteristisch, Seltener trifft man bei denselben Rhizopoden homogene oder granulirte primitive Kerne.

Die *Polythalamien* wurden bis in die jüngste Zeit für kernlos gehalten und erst im Jahre 1876 gelang RICHARD HERTWIG der Nachweis, dass auch diese Rhizopoden der Kerne nicht entbehren.[1] HERTWIG hat das Vorhandensein eines oder mehrerer Kerne bei 1—4-kammerigen Individuen einer *Miliolide*, ferner bei einer 1—5-kammerigen *Rotalia*, und endlich bei einer 5- und einer 7-kammerigen *Textilaria* nachgewiesen. Junge, noch einkammerige *Polythalamien* enthalten im Allgemeinen blos einen Kern, während bei mehrkammerigen älteren Individuen die Kerne an Zahl zunehmen und in dem die Kammern ausfüllenden Protoplasma, wie es scheint, ohne alle Regel vertheilt sind. Die Structur ist nach HERTWIG ganz die nämliche, wie bei den bläschenförmigen Kernen der übrigen Rhizopoden. Neuerlich hat F. E. SCHULZE auch bei *Polystomella striatopunctata* einen Kern nachgewiesen.[2] Bei den jüngsten, 4—10-kammerigen Exemplaren fand SCHULZE den Kern in einer der hinteren Kammern, zuweilen in der vorletzten, während die ganz ausgewachsenen, etwa 30-kammerigen Exemplare den Kern gewöhnlich in einer zwischen den 10. und 20. gelegenen also in einer mittleren Kammer enthalten. Bei *Polystomella* kommt als Regel blos ein Kern vor; selten fand SCHULZE zwei und blos ein einzigesmal drei Kerne. In ziemlich häufigen Fällen nimmt der einzelne Kern zwei benachbarte Kammern ein, indem die zwei Kern parthieen durch eine in der Scheidewand der beiden Kammern befindliche Oeffnung unter einander zusammenhängen; die zwei Kernparthieen können von gleicher Grösse sein, oder es befindet sich in einer der Kammern der grösste Theil des Kerns, in der anderen blos ein durch eine der Oeffnungen der Scheidewand gedrungener knospenartiger Fortsatz. — Aus alldem schliesst SCHULZE, dass der Kern der *Polythalamien* aus einer Kammer in die andere hinüber wandert. Der Kern von *Polystomella* ist ein etwa 0·056 mm. grosser, von einer dicken Membran eingeschlossener kugeliger Körper, welcher in einer homogenen Grundsubstanz zahlreiche stark lichtbrechende kugelige Gebilde enthält und am besten mit dem Kern gewisser Infusorien verglichen werden kann. Hieraus ist ersichtlich, dass die Ergebnisse der beiden Forscher nicht ganz übereinstimmen; so viel kann aber jedenfals für erwiesen gehalten werden, dass auch die *Polythalamien* mit Kernen versehen, also keinesfalls den kernlosen *Moneren* anzureihen sind.

Von allen Rhizopoden und überhaupt unter allen Protisten und Elementarorganismen weisen die *Radiolarien* die complicirtesten Kerngebilde auf; auch diese wurden, Dank der wichtigen Untersuchungen von RICHARD HERTWIG, neuestens geklärt.[1]

Die Centralkapsel enthält bei sämmtlichen *Radiolarien* im jungendlichen Alter blos einen Kern; bei zur Fortpflanzung reifen Individuen hingegen ist dieselbe mit Kernen vollgepfropft. Der ein- und der vielkernige Zustand ist von sehr verschiedener relativer Dauer; bei einem Theil der *Radiolarien*, nämlich den *Acanthometriden* und *Sphaerozoiden*, dauert der einkernige Zustand blos eine kurze Zeit, während derselbe bei allen übrigen Radiolarien auf den grössten Theil der Lebensdauer sich erstreckt. Jene können der Kürze halber mit HERTWIG *multi-*, die letzteren *uninucleär* genannt werden.

[1] Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen. JZ. X. Neue Folge. III. (1876) 41.

[2] Rhizopodenstudien. VI. Ueber den Kern der Foraminiferen AMA. XIII. (1877) 9.

[1] Der Organismus der Radiolarien. Jena. 1879. Zusammenstellung der Endergebnisse. 108—111.

Die Structur betreffend weisen die Kerne der *Radiolarien* so bedeutende Unterschiede auf, wie sie sonst bei Elementarorganismen überhaupt nicht vorkommen. Die in grosser Anzahl auftretenden Kerne sind etwa 3 bis 5 μ grosse, kugelige, membranlose, homogene, helle Körperchen (= primitive Kerne), sehen aus, wie in der intracapsulären Sarcode zerstreute Vacuolen, und wurden von Haeckel sammt echten Vacuolen unter der Benennung «*wasserhelle Bläschen*» für Zellen gehalten, Blos bei den *Acanthometriden* lässt sich in den Kernen ein, für ein Kernkörperchen zu haltendes Binnen-Körperchen unterscheiden.

Bei den uninucleären *Radiolarien* ist der Kern stets von sehr stattlicher Grösse; selbst die kleinsten messen 38 bis 50 μ *(Heliosphaeren)*, während die Kerne der *Thalassicollen* die kolossale Grösse von 300 bis 500 μ erreichen. Solche Kerne sind von einer doppelt contourirten, dicken, häufig von Porenkanälchen dicht durchbrochenen Membran umgeben.

Der einzige grosse Kern kann wiederum der Form und dem Inhalt nach sehr verschieden sein. Im einfachsten Falle bildet er eine aus Kernsubstanz bestehende homogene, solide Kugel (junge *Sphaerozoiden, Ommatiden, Spongosphaeriden).* Kerne, deren Substanz stellenweise zu Kernkörperchen verdichtet ist, erreichen höhere Entwickelungsgrade *(Ethmosphaeriden,* junge *Acanthometriden);* die Anzahl der Kernkörperchen kann bis auf zwanzig steigen *(Ethmosphaeriden),* an deren Stelle später ein einziges grosses Kernkörperchen treten kann *(Acanthometriden),* welches von einer gut entwickelten Kernrindenschicht durch einen hellen Safthof getrennt ist. Ein solcher Kern sieht dann dem bläschenförmigen Kern der Süsswasser-Rhizopoden vollkommen ähnlich. Eine besondere Beachtung gebührt dem Umstand, dass der Kern auf einem gewissen Entwickelungsstadium aus zwei, ganz verschieden granulirten Hälften zusammengesetzt ist, gerade so wie die Kerne gewisser Infusorien, z. B. der *Spirochona gemmipara.*

Durch die eigenthümlichste und, beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse, ganz vereinzelt dastehende Kernform sind die *Thalassicollen* charakterisirt. Der kolossale Kern selbst ist kugelförmig oder mit knospen- oder blinddarmförmigen Divertikeln besetzt, das Kernkörperchen erscheint entweder einem Pilzmycel ähnlich verzweigt, oder ist wurmartig hin- und hergewunden und sendet in die Kerndivertikeln einzelne Schlingen. Die kolossalen Kerne der *Thalessicollen* mit ihrer eigenthümlichen Structur wurden von Huxley bei *Thalassicolla nucleata* entdeckt, und bei dieser von allen späteren Forschern bestätigt; während aber Huxley die Bezeichnung Kern nur zögernd gebrauchte, wurden diese Gebilde von J. Müller für Zellen erklärt, von Haeckel aber mit der nichts präjudicirenden Benennung «*Binnenbläschen*» bezeichnet; es ist Hertwig's Verdienst, durch eingehende Untersuchungen die Gleichwerthigkeit dieser eigenthümlichen Gebilde mit Zellkernen nachgewiesen zu haben.

Aus den meist kolossalen und eigenthümlich differenzirten Kernen der *Radiolarien* kommen, nach Hertwig, die für den multinucleären Zustand charakteristischen zahlreichen kleinen Kerne auf verschiedener, zum Theil von den bisher bekannten Arten der Entwickelung und Vermehrung der Kerne abweichender und in der Histologie ganz allein dastehender Weise zu Stande.

Am einfachsten entstehen die zahlreichen kleinen Kerne bei den *Sphaerozoiden.* Hier pflegt sich der grosse, solide Kern erst in die Länge zu strecken, erhält dann eine bisquitförmige Einschnürung, theilt sich entzwei, und durch rasche Wiederholung dieses Processes zerfällt endlich der Mutterkern in zahlreiche kleine Tochterkerne.

Bei den *Acanthometriden* und den verwandten *Acanthophractiden* treibt der Kern, nachdem sein Kernkörperchen verschwunden, solide Sprossen; diese Verdickungen der Corticalschicht schnüren sich allmälig ab und werden zu selbständigen soliden Kernen, in welchen sich kleine nucleolusartige Körperchen entwickeln. Letztere wirken als Attractionscentra und veranlassen, dass die durch Sprossbildung zu Stande gekommenen Kerne schliesslich in die kleinen homogenen Kerne der *Acanthometriden* zerfallen.

Bei den *Thalassicollen* endlich pflegt im kolossalen Kern, dem sogenannten Binnenbläschen, der verästelte oder schnörkelig gewundene Nucleolus in einzelne Bruchtheile zu zerfallen. Hierauf treten im Centralbläschen kleine, homogene Kerne auf, welche sich durch Theilung rasch vermehren und allmälig die ganze Centralkapsel anfüllen, wobei sich der grosse Kern rückbildet und schliesslich ganz verschwindet. Diesen Entwickelungsprocess der zahlreichen kleinen Kerne bringt Hertwig mit dem Gesagten in folgenden Zusammenhang: die durch Zerstückelung des Nucleolus im grossen Kern entstandenen Kugeln dringen durch die Kernmembran in die intracapus-

läre Sarcode ein und werden hier zu selbständigen, durch Theilung sich fortpflanzenden Kernen, worauf eine vollständige Rückbildung des erschöpften Mutterkernes eintritt.

Von dem Zusammenhang zwischen den zahlreichen kleinen Kernen der *Radiolarien* und der Fortpflanzung dieser *Rhizopoden* soll in dem Kapitel über Fortpflanzng die Rede sein.

Die *Flagellaten* zeigen hinsichtlich der Kerne viel Uebereinstimmendes mit den Süsswasser-Rhizopoden. Was die Zahl betrifft, so ist der Kern — soweit unsere Kenntnisse reichen — ausnahmslos einzeln, und dieser ist im vollständig entwickelten Protisten am häufigsten bläschenförmig, mit oder ohne Kernrindenschicht, und besitzt nur selten die Structur der, von mir so genannten, Uebergangskerne. Ein primitiver, ganz homogen erscheinender, oder in regelmässigen Abständen fein oder gröber granulirter Kern charakterisirt die *Cilioflagellaten*.

Bei den *chlorophyllhaltigen Flagellaten* werden ausser dem eigentlichen Zellkern in der Regel noch ein oder mehrere scharf conturirte, kugelförmige, bei *Chlamydomonas monadina* aber ein dem hufeisenförmigen Kern der *Vorticellen* ähnlicher bandartiger Körper angetroffen, welche bereits oben als *Chlorophyllbläschen*, *Amylumkern* oder *Stärkekugel* erwähnt wurden. Diese Körper sind an einer bestimmten Stelle, in der Nähe des Kernes gelegen und von dem eigentlichen Kern wohl zu unterscheiden. Bei Jodbehandlung werden die fraglichen Gebilde blau; doch wird durch die stärkehältige Substanz — wie Cohn bei einigen grünen *Flagellaten* nachwies[1] — blos die Corticalschicht gebildet, innerhalb welcher, von einem Safthof umgeben, ein protoplasmaartiges Kügelchen sich befindet, welches sich mittelst Carmin roth färben lässt. Gestützt auf die Beobachtung, dass der Amylumkern, welcher hinsichtlich seiner Structur mit den, eine Kernrindenschicht besitzenden bläschenförmigen Kernen übereinstimmt, bei gewissen Flagellaten an der Theilung der Zelle participirt, ferner dass er bei diesen Flagellaten (*Gonium, Chlamydomonas, Pandorina, Eudorina, Volvox etc.*) ausser dem Stärkekern keine mit dem Zellkern gleichwerthige Gebilde vorfand, hat Cohn die Folgerung basirt, dass der Stärkekern in gewissen Fällen den Zellkern substituirt und als ein diesem homologes Gebilde angesprochen werden muss, während derselbe in anderen Fällen, gleich den Amylumkörperchen, unter die in der Zelle abgelagerten und durch den Assymilationsprocess der Zelle selbst gebildeten Reservesubstanzen gehört. Diese Auffassung des ausgezeichneten Breslauer Forschers muss entschieden für verfehlt gehalten werden, da nach den Untersuchungen von Stein,[1] deren Ergebnisse ich auf Grund eigener Untersuchungen als vollkommen richtig bestätigen kann, die nach Cohn blos mit einem Stärkekern versehenen *Flagellaten* ausser diesem auch noch einen wirklichen Zellkern besitzen, also nichts dafür spricht, dass der Stärkekern einmal blos Reservesubstanz, ein andermal aber ein Zellkern wäre.

Der einzige Kern der *Noctiluken* entspricht ganz dem Kern der Ciliaten und ist der gänzlich homogenen oder granulirten, primitiven Kernform anzureihen. Nach Richard Hertwig zeigt der Kern von *Leptodiscus medusoides* auf den verschiedenen Entwickelungsstufen des Protisten eine verschiedene Structur.[2] Derselbe ist von einer deutlichen Membran umhüllt, eiförmig und besteht aus zwei ungleichen Hälften: die grössere ist, wie bei gewissen Infusorien, z. B. *Spirochona gemmipara* gleichmässig granulirt, die kleinere hingegen homogen. In einzelnen Fällen waren in der grösseren Hälfte grössere consistentere Kugeln enthalten; in anderen Fällen wieder zeigte der Kern eine von der Norm gänzlich abweichende Structur, und bildete eine ovale, helle Blase in einem Ende mit einem kugeligen Körperchen. Letzteres selbst besass die Structur eines mit Kernrindenschicht versehenen bläschenförmigen Kernes, und ausser ihm waren in der Blase noch eine grössere und zwei kleinere aus Kernsubstanz bestehende Kugeln enthalten.

Bei den *Ciliaten* ist der Kern (*ovarium, Primordialkern Balbiani, weibliche Sexualzelle Kölliker, Endoplast Huxley, Secundärkern Bütschli*) ursprünglich ein homogener, primitiver Kern, der aber in verschiedenen Lebensstadien zu Differenzirungen in verschiedenen Richtungen hinneigt. Vor der Erörterung der Letzteren wird es nöthig sein, erst von der

[1] Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmzellen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. II. Hft. 1. (1876) 100.

[1] Vgl. III.

[2] Ueber Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctilucen verwandte Flagellate. JZ. I. Neue Folge. IV. (1877) 311.

allgemeinen Form und der Anzahl der Kerne zu sprechen.

Bei vielen Infusorien behält der Kern seine ursprüngliche Kugel- oder Eiform das ganze Leben hindurch. Bei anderen Infusorien sieht man hingegen den Kern durch ein in der Längsachse erfolgendes Wachsthum sich strecken und eine Wurst-, Schnur- oder, mehr-weniger verflacht, eine Bandform annehmen, wobei derselbe sich schwächer oder stärker S-förmig, halbmond-, hufeisenförmig oder wurmartig krümmt. Ein schwach S-förmig gewundener bandartiger Kern ist z. B. bei den meisten *Ophrydinen*, ein stark gewundener oder hufeisenförmiger bei zahlreichen *Vorticellinen, Aspidiscinen, Euplotinen* und *Acinetinen*, ein wurmartig gewundener bei *Stentor Roeselii, Climactostomum virens* und *Bursaria truncatella* vorhanden. Die langgestreckten Kerne zeigen häufig in regelmässigen Abständen des Verlaufs Einschnürungen: solche rosenkranzförmige Kerne sind z. B. für *Condylostoma patens, Spirostomum teres, Stentor polymorphus Loxophyllum Meleagris* und *Loxodes Rostrum* charakteristisch. Häufig sind diese rosenkranzförmigen Kerne hin- und hergewunden und haben dann den Anschein von traubenförmig angeordneten Kerngruppen, wie z. B. bei *Plagiotoma Lumbrici;* in anderen Fällen sind wieder die Verbindungsfäden von einer kaum erkennbaren Dünnheit, wie z. B. bei *Loxodes Rostrum* und *Enchelys gigas*, so dass der Kern nicht als einheitliches Ganze, sondern, besonders bei grösseren Abständen zwischen den einzelnen Kernkugeln, wie sie z. B. *Loxodes Rostrum* zeigt, als eine grössere Anzahl selbständiger Kerne erscheint. Aus den langgestreckten wurmartigen Kernen wachsen zuweilen Sprossen hervor, welche wieder stellenweise secundäre Verwachsungen zeigen, und dadurch den complicirten Nucleolen der *Thalassicollen* ähnlich erscheinen. Solche Kerne besitzt, nach Stein, die von ihm als «*Acinetenform*» von *Opercularia articulata* angeführte *Acinetine*[1], sowie, nach Hertwig, auch *Podophrya gemmipara*, nur dass bei dieser die Knospen keine secundären Verschmelzungen zeigen.[2]

Die Infusorien haben meist blos einen Kern; die einzelnen Glieder der rosenkranzartigen Kerne können wohl nicht als selbständige Kerne aufgefasst werden, weil zwischen den wurstförmigen, schwach

[1] Die Infus. 119.

[2] Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) 32.

eingeschnürten und den in regelmässige Glieder eingetheilten Kernen alle möglichen Uebergangsformen zu beobachten sind. Dagegen sind durch zwei Kerne charakterisirt: die *Amphilepten, Dilepten, Lacrimaria Olor*, die *Lionoten*, *Opisthodon*, sowie der grösste Theil der *Oxytrichinen;* zahlreiche Kerne kommen bei gewissen *Opalinen* vor. Ob nun diese alle selbständigen Kernen entsprechen oder blos, wie die rosenkranzartigen Kerne, einem einzigen in 2—4 oder viele Glieder getheilten Kern, kann bisher nicht für endgiltig entschieden gelten. Meinerseits bin ich geneigt auch diese in die Kategorie der rosenkranzförmigen Kerne zu rechnen, und kann zur Unterstützung meiner Auffassung den Umstand anführen, dass einzelne Forscher auch zwischen solchen Kernen Verbindungsfäden nachweisen konnten, welche bisher für ganz selbständige Kerne gehalten wurden: so haben Balbiani und Bütschli die feinen langen, Verbindungsfäden zwischen den zwei Kernen von *Stylonychia*,[1] Wrzesniowski aber zwischen den zahlreichen Kernen von *Loxodes Rostrum* nachgewiesen.[2] Trotzdem kann mit Recht angenommen werden, dass — wenn der Ausdruck gestattet ist — die Tendenz der Kerne von langgestreckten Infusorien in Glieder zu zerfallen, bei manchen Infusorien in der That zu einer gänzlichen Loslösung der Glieder führt, wodurch zwischen Ein- und Vielkernigkeit eine ununterbrochene Uebergangsreihe zu Stande kommt.

Was die Structur der Kerne der Ciliaten betrifft, so wurde bereits erwähnt, dass dieselben ursprünglich zu den homogenen primitiven Kernen gehören, und von einer zarten structurlosen Kernmembran umhüllt werden; aus der Conjugation hervorgegangene verjüngte Individuen sind stets durch solche homogene primitive Kerne charakterisirt. Es bleiben aber die Kerne der Infusorien nicht bei dieser homogenen Structur oder richtiger Structurlosigkeit stehen, es treten vielmehr später in der Kernsubstanz verschiedene charakteristische Differenzirungen auf, deren Reihenfolge und physiologische Bedeutung allerdings derzeit zumeist noch gänzlich unbekannt ist.

Selbst in den homogen aussehenden Kernen kön-

[1] Studien über die ersten Entwicklungsvorg. d. Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. Abh. d. Senckenberg. Gesellsch. X. (1876) 280.

[2] Beobacht. über Infusorien in der Umgebung von Warschau. ZWZ. X. (1870) 494.

nen bei starker Vergrösserung und Anwendung von Reagentien häufig gewisse Differenzirungen wahrgenommen worden. So sind z. B. in der Kernsubstanz sehr häufig und bei den verschiedensten Infusorien in regelmässigen Abständen angeordnete feine Kügelchen oder Körnchen enthalten, welche, wenn sie etwas heranwachsen, dem Kern eine, wie aus Rogen zusammengesetzte grob granulirte Structur verleihen; Kerne von dieser Structur finde ich z. B. bei den *Nassulen* und häufig bei den *Acinetinen*, ähnliche Kerne kommen nach Bütschli bei *Cyrtostomum leucas* vor.[1] In anderen Fällen erscheinen die Kerne von fein faserig-knotiger Structur, wie nach Bütschli,[2] bei *Bursaria truncatella*. Endlich giebt es Infusorien, deren Kern aus dicht gedrängten, von einem wasserklaren hellen Hof umgebenen, winzigen Zellen ähnlichen Kügelchen zusammengesetzt ist.

Im Inneren von homogenen oder granulirten Kernen treten häufig aus compacterer Kernsubstanz gebildete Brocken von verschiedener Grösse auf, welche zuweilen von einem hellen Hof umgeben sind. In anderen Fällen ist blos ein einziges grösseres compacteres Körperchen vorhanden, welches nach der bei Zellkernen üblichen Terminologie *Kernkörperchen* (nucleolus) genannt werden müsste. Solche compacteren Binnenkörper können von der äusseren Kernsubstanz durch einen hellen Hof von wechselnder Dicke getrennt sein, wodurch der z. B. für *Chilodon Cucullus* charakteristische, mit einer Kernrindenschicht versehene und ganz den Bau einer Zelle aufweisende bläschenförmige Kern zu Stande kommt; nach Wrzesniowski haben auch im rosenkranzförmigen Kern von *Loxodes Rostrum* die einzelnen Kugeln einen ähnlichen Bau.

Eigenthümlich ist bei manchen Infusorien die Zusammensetzung des Kerns aus zwei Hälften von durchwegs verschiedener Structur; während nämlich die eine Kernhälfte ganz homogen oder fein granulirt ist, erscheint die andere grob granulirt oder mit fettglänzenden Schöllchen vollgepfropft; diese Structur ist an den Kernen von *Spirochona gemmipara* bekannt; ein ähnliches Aussehen haben häufig die Kerne der *Oxytrichinen*, sowie nach meinen Untersuchungen, die von *Tintinnus fluviatilis*.

Für die meisten *Oxytrichinen, Chlamydodonten*, ferner für *Spirochona gemmipara*, sowie nach meinen Untersuchungen auch für *Tintinnus fluviatilis* ist es charakteristisch, dass der Kern um seine Mitte, welche häufig durch eine seichte Einschnürung angedeutet ist, eine querliegende safthältige *linsenförmige Vacuole*, gleichsam einen den Kern halbirenden Spalt einschliesst. Aehnliche linsenförmige Spalten kommen häufig auch an beiden Enden der hufeisen- oder bandförmigen Kerne der *Euplotinen* vor.

Von den im Inneren der Kerne bei manchen Infusorien differenzirten Kernkörperchen sind die seit v. Siebold gewöhnlich gleichfalls *Kernkörperchen* genannten, aber nicht im Inneren der Kerne verborgenen, sondern neben denselben liegenden Gebilde wohl zu unterscheiden; ich habe für letztere an einem andern Ort [1] die Bezeichnung *Reservekern* in Vorschlag gebracht; Balbiani nennt sie *Hoden*, Kölliker *männliche Sexualzellen*, O. Hertwig *Nebenkerne*, Bütschli *primäre Kerne*. Wie soeben erwähnt, wurde zuerst von v. Siebold darauf hingewiesen, dass bei *Paramecium Bursaria* in einer seichten Vertiefung des Kernes ein kleines Körperchen liegt, welches er mit dem inneren Kernkörperchen von *Chilodon Cucullus* identificirte und ebenfalls als *Kernkörperchen (nucleolus)* bezeichnete.[2] Die neueren Untersuchungen von Balbiani, Stein, Engelmann, und namentlich Bütschli haben nachgewiesen, dass die fraglichen Körperchen entweder constant, oder wenigstens in gewissen Entwicklungsstadien bei den meisten Infusorien vorkommen, und blos bei den *Stentorinen, Opalinen* und den *Acinetinen* noch nicht beobachtet wurden.

Die Reservekerne bilden bei Behandlung mit Reagentien meist deutlich hervortretende, mit einer feinen Membran umgebene kugelige, seltener eiförmige, nierenförmige oder wie bei *Paramecium Bursaria* weizenkornförmige Körperchen. Die Substanz ist meist ganz homogen, selten granulirt, noch seltener schliesst sie ein von einem Safthof umgebenes Kügelchen ein, wie bei *Bursaria truncatella* nach Bütschli;[3] auf der höchsten Entwickelungsstufe ist dieselbe ziemlich compact, mehr-minder fettglänzend und eben deshalb im Protoplasma des Infusorienleibes zwischen anderen fettglänzenden Schöllchen nur schwer zu

[1] Op. cit. S. 276.

[2] Ibidem.

[1] Ueber einige Infusorien im Salzsee zu Szamosfalva. Természetrajzi Füzetek, II. (1878) 230.

[2] Vergl. Anat. der wirbellosen Thiere. Berlin. (1845) 24.

[3] Op. cit. S. 288. Dasselbe Werk liefert (S. 283—289) die vollständigste Zusammenstellung der bisherigen Kenntnisse über den Reservekern der Infusorien.

unterscheiden. Concentrirte Säuren und diluirte Alcalien wirken lösend; auf Jod wird die Substanz braun, durch Karmin meist lebhaft roth gefärbt, scheint somit im Ganzen mit der Kernsubstanz übereinzustimmen.

Die einzelnen oder in Mehrzahl vorhandenen Reservekerne sind gewöhnlich in der Nähe des Kernes, häufig unmittelbar auf dessen Oberfläche oder gar in eine seichte Vertiefung desselben hineingedrückt.

Die Anzahl der Reservekerne wechselt ungemein. Balbiani meinte eine gewisse Gesetzmässigkeit darin zu entdecken, dass auf jeden einfachen Kern ein, bei doppelten oder rosenkranzförmigen Kernen aber auf jede Kernpartie ein Reservekern entfällt, doch wurde diese Gesetzmässigkeit durch die Untersuchungen von Engelmann und Bütschli [1] nicht bestätigt. Während nämlich zahlreiche uninucleäre Infusorien thatsächlich blos einen Reservekern besitzen, sind z. B. bei *Cyrtostomum leucas* nach Engelmann 3, nach Bütschli aber 3 bis 8 Reservekerne vorhanden; ferner hat Bütschli bei *Nassula ornata* neben dem einzelnen Kern 3 bis 4, bei *Trachelius Ovum* 9, bei *Bursaria truncatella* aber 15 Reservekerne unterschieden. Bei *Stylonychia Mytilus* entfällt nach Stein auf jeden Kern oder Kerntheil ein Reservekern, nach Bütschli aber ist bei diesem Infusorium zuweilen blos ein Reservekern zwischen den zwei Kernpartieen vorhanden, während andere Individuen neben jedem Kerntheil je einen oder je zwei, auch neben dem einen 1, neben dem anderen 2, oder aber je 3 und mehr Reservekerne aufweisen. Bei *Trachelophyllum apiculatum* entfallen nach Bütschli auf beide, bei *Dileptus gigas* auf sämmtliche rosenkranzartig angereihte Kernpartieen je 2 Reservekerne, während bei *Spirostomum ambiguum* und *Loxophyllum Meleagris* weniger Reservekerne als rosenkranzförmige Kernpartien vorhanden sind. Alle diese Untersuchungen beweisen, dass die von Balbiani ausgesprochene Gesetzmässigkeit, wenn auch für sehr viele Infusorien zutreffend, doch keine allgemeine Geltung besitzt.

Mit dem Reservekern der Ciliaten homologe Gebilde sind bei den übrigen Repräsentanten der Protisten derzeit nicht bekannt.

Zum Schluss wäre noch der Platz zu erwähnen, den die Kerngebilde im Leib der Protisten einnehmen. Bei den *Gregarinen*, vielen *Rhizopoden* und *Flagellaten* scheinen die Kerngebilde einfach in das Innere des Protoplasmaleibes eingebettet; dagegen sind dieselben bei den meisten (vielleicht bei allen) Protisten mit gut differenzirtem Ecto- und Entoplasma, so namentlich bei den *Ciliaten*, zahlreichen *Flagellaten*, den *Amoeben* und anderen *Rhizopoden* mit lappenförmigen *Pseudopodien*, (wahrscheinlich auch bei den *Noctilucen*) in jener weniger consistenten Schicht des Ectoplasmas enthalten, welche den Uebergang zum breiartigen Entoplasma bildet. Demgemäss sind die Kerngebilde an die Stelle fixirt und werden durch die Strömungen des Entoplasmas nicht im geringsten beeinflusst. Die obenerwähnte Beobachtung von E. F. Schulze, wonach der Kern bei *Polystomella* aus einer Kammer in die andere wandert, steht ganz isolirt da. Hingegen dürfte die von v. Siebold als häufige Erscheinung erwähnte Beobachtung, wonach das ganze Innere des Infusorienleibes den frei schwebenden Kern umkreisen würde,[1] auf einem Irrthum beruhen und wurde von keinem einzigen späteren Forscher bestätigt.

Encystirung.

Der italienische Forscher Guanzati machte schon im vorigen Jahrhundert von der interessanten Beobachtung Mittheilung,[2] dass das von ihm als *Proteus* bezeichnete, höchst wahrscheinlich aber mit Ehrenberg's *Amphileptus moniliger* identische Infusionsthier sich durch die staunenswerthe Fähigkeit auszeichnet, sich unter gewissen Umständen zu einer Kugel zu contrahiren und mit einer zarten Cyste zu umgeben, letztere aber nach einer längeren Ruhefrist wieder zu verlassen, ja sogar aus dieser Cyste — gleich den zu jener Zeit besonders durch die Spallanzani'schen Versuche berühmt gewordenen Rotatorien und Tardigraden — selbst nach einem längeren Austrocknen zu neuem Leben zu erwachen. Ehrenberg hat die Richtigkeit dieser, sowie der auf die Encystirung der Protisten bezüglichen späteren Beobachtungen in Zweifel gezogen, da er sich kein

[1] Engelmann, Zur Naturgesch. d. Infusionsth. ZWZ. XI. (1862) 307. Bütschli, a. a. O.

[1] Op. cit. 20.

[2] Osservazioni e sperienze intorno ad un prodigioso animaluccio delle infusioni, di Luigi Guanzati. C. R. B. Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti. Tom. XIX. Milano. 1796. Vgl. den umfassenden Auszug in ZWZ. VI. (1855) 432—442.

Thier vorstellen konnte, welches in seinem Lebenslauf in den Eizustand zurückkehre, um nach einer Rast von gewisser Dauer gleichsam sich selbst aufs Neue zu gebären; er meinte daher dass das Ganze auf einen unrichtig ausgelegten Häutungsprocess zurückzuführen wäre.[1]

Nachdem die GUANZATI'sche Entdeckung ein halbes Jahrhundert vereinzelt dastand, und ihre Richtigkeit von dem competentesten Forscher, nämlich EHRENBERG, bezweifelt wurde, gerieth dieselbe, wie so viele andere gründliche ältere Daten, rasch in Vergessenheit; erst im Jahre 1845 machte v. SIEBOLD von einer ähnlichen Beobachtung bei *Euglena viridis* Mittheilung. Nach ihm würden die kugelig contrahirten *Euglenen* keineswegs — wie EHRENBERG meinte — absterben, vielmehr sich mit einer durchsichtigen Cyste umgeben, gleichsam einpuppen,[2] und FOCKE, PERTY, STEIN, COHN und viele andere Forscher beeilten sich die Richtigkeit dieser Beobachtung zu bestätigen.

Auf dieselbe Zeit fällt es, dass KÖLLIKER die Aufmerksamkeit der Forscher auf die *Gregarinen* als einzellige Organismen hinlenkte, und dass FRANTIUS bereits im Jahre 1846 die Vermuthung aussprach, dass die in Gesellschaft der *Gregarinen* vorkommenden, sogenannte *Pseudonavicellen* enthaltenden kugeligen Cysten dem Entwickelungskreis der *Gregarinen* angehören.[3] Bald darauf wies STEIN nach, dass die *Gregarinen* sich auf einer gewissen Entwickelungsstufe kugelig contrahiren und paarweise conjugirt eine durchsichtige Cyste absondern;[4] aus den Untersuchungen von KÖLLIKER, BRUCH, LEYDIG, LIEBERKÜHN, LEUCKART und anderer Forscher ist heute als gewiss bekannt, dass sich die *Gregarinen* zur Fortpflanzung in der That encystiren, und zwar nicht immer zu zweien, sondern sehr häufig auch einzeln.

STEIN, der durch seine an den *Gregarinen* gemachten Entdeckungen dem Studium der Infusorien zugeführt wurde, entdeckte gleich zu Beginn seiner Untersuchungen auch an den *Vorticellinen* die Fähigkeit, sich kugelig contrahirt und — den *Gregarinen* gleich, aber einzeln — einzukapseln.[1] In einem durch *Vorticella microstoma* massenhaft bevölkerten Wasser fand STEIN an der Oberfläche und am Boden grössere und kleinere, von einer doppeltcontourirten homogenen durchsichtigen, elastischen Membran eingeschlossene Kugeln von verschiedener Grösse; der innerhalb dieser Kapseln sichtbare Kern und das wenigstens eine Zeit lang noch persistirende Cilienkleid, ferner der Zusammenhang einzelner Cysten mit Stielen, liessen mit einer jeden Zweifel ausschliessenden Bestimmtheit folgern, dass die Cysten wirklich den *Vorticellen* angehören. Die von STEIN selbst in den letzten 30 Jahren veröffentlichten epochalen Werke, ferner die Arbeiten von COHN,[2] AUERBACH,[3] CIENKOWSKI,[4] CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie zahlreicher neuerer Forscher haben mit unzähligen Daten bewiesen, dass die Encystirung sowohl bei *Ciliaten,* als bei *Flagellaten* zu den charakteristischen Eigenschaften gehört. Trotzdem scheint es aber, als ob die Encystirung sich nicht auf alle Infusorien erstreckte: so wurde z. B. *Paramecium Aurelia* und *P. Bursaria,* obschon zu den gewöhnlichsten Infusorien gehörig, noch nie in encystirtem Zustand gefunden.

Auch bei den übrigen Gruppen der Protisten wurde die Encystirung beobachtet. So hat AUERBACH von den *Amoeben* nachgewiesen, dass dieselben sich mehrere Generationen hindurch mittelst Theilung fortpflanzen, um schliesslich auszuruhen und kugelig contrahirt sich einzukapseln.[5] GREEFF, F. E. SCHULZE, HERTWIG, LESSER, HAECKEL und CIENKOWSKI, sowie mehrere neuere Forscher machten dieselbe Beobachtung an zahlreichen *Rhizopoden* und *Moneren,* mit strahlen und lappenförmigen Pseudopodien. Unter den Rhizopoden sind überhaupt nur die *Polythalamien* und *Radiolarien* in encystirtem Zustand noch nicht bekannt. Vielleicht macht

[1] Monatsber. der Berliner Akad. vom 18. Dezember. 1851. Vgl. ZWZ. IV. (1853) 258.

[2] Vergl. Anat. S. 25.

[3] Observationes quædam de Gregarinis. Vratislaviæ. 1846.

[4] Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. 1848.

[1] Untersuchungen über die Entwicklung der Infusorien AAP. 1849. Ferner: Neuere Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. (1852) 475.

[2] Ueber den Encystirungsprocess der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 253. Ferner: Ueber Encystirung von Amphileptus Fasciola. ZWZ. V. (1854) 434.

[3] Ueber Encystirung von Oxytricha Pellionella. ZWZ. V. (1854) 430.

[4] Ueber Cystenbild. der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 301.

[5] Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. ZWZ. VII. (1855) 365.

bei den ersteren die den Protoplasmaleib bedeckende Schale, bei letzteren aber die die extracapsuläre Sarcode bedeckende gelatinöse Hülle die Entwickelung einer eigenen Cyste während des Ruhezustandes überflüssig.

Bei den *Cilioflagellaten* wurden die Cysten von Claparède und Lachmann,[1] bei den *Noctilucen* von Cienkowski,[2] bei den so zweifelhaften *Labyrinthuleen* vom demselben,[3] und bei den *Catallacten* von Haeckel[4] beschrieben.

Nach alledem gestattet der heutige Stand unserer Kenntnisse den bestimmten Ausspruch, dass die Fähigkeit der Encystirung bei den Protisten allgemein verbreitet ist, ferner dass die im encystirten Zustand noch nicht bekannten Ausnahmen — falls man die *Polythalamien* und *Radiolarien* unberücksichtigt lässt — ein relativ unbedeutendes Bruchtheil bilden.

Substanz und Structur der Cysten der Protisten wechseln innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Da die Cysten — ähnlich der Zellmembran — auf der ganzen Körperoberfläche in flüssigem Zustand abgesondert werden, so muss ihre Substanz anfangs selbstverständlich flüssig, schleimig oder gelatinös sein, und in manchen Fällen, z. B. bei zahlreichen chlorophyllhaltigen *Flagellaten* behält sie bleibend diese Consistenz, und verdichtet sich höchstens beim Eintrocknen zu einer harten, schalenartigen Substanz, gerade so wie bei den von ihnen untrennbaren Palmellaceen. Dagegen verdichtet sich bei den animalischen Protisten die abgesonderte Substanz gewöhnlich schon binnen sehr kurzer Zeit zu einer Membran, welche je nach der abgesonderten Menge von verschiedener Dicke, meist homogen, seltener — wie z. B. bei vielen *Gregarinen* — concentrisch geschichtet, bald elastisch biegsam bleibt, bald wieder allmälig so sehr erstarrt, dass sie beim Druck wie sprödes Glas zersplittert. Die Oberfläche der Cysten ist in den meisten Fällen glatt, bei manchen Protisten aber, ähnlich wie bei gewissen Algen- und Pilzsporen oder gewissen Eiern, mit verschiedenen Skulpturen verziert. So ist z. B. bei gewissen *Flagellaten* die Cyste mit hervorstehenden Kügelchen besetzt; bei *Nassula ambigua* sind die Cysten nach Stein in meridional verlaufenden Linien fein gesprengelt;[1] stärkere Vergrösserung lässt kleine wasserklare, kugelige Vorsprünge erkennen, welche die Cyste als meridional verlaufende Perlschnüre umgürten und denselben ein recht zierliches Aeussere verleihen. Auf den tonnenförmigen Cysten von *Epistylis bronchyophila* erheben sich in regelmässigen Abständen acht meridionale Kämme, während die dazwischen gelegenen Felder mit zarten Querstreifen bedeckt sind.[2] Die rundlichen, plan-convexen, semmelförmigen Cysten von *Euplotes Charon* sind nach Stein auf der convexen Seite mit 6 bis 7 in sehr zierliche Querfalten gelegten Kämmen verziert;[3] *Stylonychia Mytilus* hat eine kugelige Cyste mit regelmässig angeordneten oberflächlichen bogenförmigen Falten;[4] die Cyste der *Stylonychia Histrio* trägt, wie eine Eichengalle, massive Vorsprünge. Auch bei den *Rhizopoden* sind die Cysten häufig mit Skulpturen verziert, so ist z. B. die von *Euglypha alveolata* nach O. Hertwig und Lesser aus hexagonalen Feldern zusammengesetzt;[5] ich selbst fand die linsenförmigen Cysten der *Chlathrulina elegans* mit drei Reihen mächtiger randständiger Stacheln bewaffnet.

Es muss hervorgehoben werden, dass bei zahlreichen Protisten dünn- und dickwandige Cysten mit glatter und mit durch Skulpturen verzierter Oberfläche beobachtet wurden; so sind z. B. bei *Podophrya fixa* ausser der glatten structurlosen Cyste auch solche mit 4—5 ringförmigen Kämmen bekannt, welche von Weisse unter dem Namen *Orcula* als besondere *Acinetinen* beschrieben wurden.

Von manchen Protisten werden nach einander 2—3 Cysten abgesondert, wovon die äusseren meist dünn und structurlos sind, während die an den contrahirten Leib sich anschmiegende innere Cyste dicker und häufig mit Skulpturen verziert ist; dies ist z. B. von einigen *Flagellaten* und *Rhizopoden* bekannt.

In der Regel sind die Cysten ganz wasserklar

[1] III. 69.

[2] Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris AMA. (VII) 1871.

[3] Ueber den Bau und die Entwicklung der Labyrinthuleen AMA. (1867) 274.

[4] Studien über Moneren und andere Protisten. Leipzig, 1870. 141.

[1] Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgesch. unters. 249.

[2] Stein, op. cit. 125.

[3] I. 139.

[4] Stein, op. cit. 150.

[5] Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. AMA. X. Suppl. (1874) 128.

und farblos; die zu längerer Ruhe bestimmten, häufig auch durch Dicke und Skulptur ausgezeichneten Cysten hingegen pflegen sich nicht selten zu bräunen.

Die Form der Kapsel ist am häufigsten nahezu kugelig; jedoch sind auch ei-, linsen-, semmel-, birn-, spindel- und sichelförmige, so wie auch mit einem mehr-weniger langen Stiel versehene Cysten bekannt. Kurz der Form und Structur nach sind die Cysten Sporen oder Eiern sehr ähnlich und können mit diesen auch umso leichter verwechselt werden, da bei der Encystirung die charakteristische Bewimperung, die Geisseln und meist auch die pulsirende Vacuole gänzlich verschwinden.

Präformirte Oeffnungen kommen an den Cysten der Protisten selten vor; beim Ausschwärmen zerplatzt die Cyste entweder ganz unregelmässig, oder sie berstet an einer Stelle, welche sich allsobald zu einer kreisförmigen Oeffnung erweitert, durch welche sich der Protist, wie eine Schwärmspore, hindurchzwängt. Cysten mit stabiler Oeffnung fand STEIN bei *Stentor polymorphus* und *St. coeruleus*;[1] diese Infusorien haben dicke, geschichtete, birnförmige Cysten, welche am verjüngten Pol mit einer weiten Oeffnung klaffen; letztere ist während der Ruhefrist mit einem linsenförmigen Pfropf von gallertiger Consistenz verschlossen. Eine ganz der Mykropyle gewisser Eier ähnliche Oeffnung trägt nach HAECKEL die dicke Cyste der *Magosphaera Planula*.[2]

Ich kann an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, dass manche schalenbewohnende Rhizopoden häufig nicht vollständige Cysten absondern, vielmehr sich damit begnügen, wie Schnecken beim Antritt des Winterschlafs, blos die Mündung ihrer Schale mit einem Deckel zu verschliessen; ich fand dies namentlich bei den unter Mooskissen in ungeheuren Mengen lebenden *Euglyphen*, *Trinemen* und *Cyphoderien*. Die in der Erde lebenden *Amoeben* pflegen sich bei eintretender Dürre einfach zu contrahiren, wobei eine besondere Cyste durch die bedeutend consistenter werdende Corticalschicht ersetzt wird.[3] Es giebt auch *Ciliaten*, welche sich beim Austrocknen blos kugelig contrahiren, und wie *Rotatorien*, *Tardigraden* und *Anguilluliden* durch die dicke Cuticula geschützt werden; ich sah dies bei der unter den Mooskissen der Dachschindeln zu Klausenburg häufigen *Opercularia arenicola* R. GREEFF.

[1] II. 233 und 242.

[2] Stud. üb. Moneren und andere Protisten. Leipzig. (1870) 142.

[3] R. GREEFF, Ueber einige in der Erde lebende Amoeben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866).

Was die chemische Zusammensetzung der Cysten betrifft, ist so viel bekannt, dass derbere Cysten der Einwirkung von Lösungsmitteln, Säuren sowohl als Alkalien, anhaltend widerstehen, ferner dass sie bei den nach Art der Pflanzen sich nährenden grünen *Flagellaten* aus Cellulose, bei den Protisten mit animalischer Nahrungsweise hingegen aus Chitin oder einer verwandten Substanz bestehen. Nur selten enthält die Substanz der Cysten Kieselsäure, wie z. B. die hyalinen Cysten gewisser *Heliozoën* und *Euglyphen*. Die bei *grünen Flagellaten* häufigen gallertigen Kapseln sind offenbar von den die Ruhezellen der Palmellaceen einschliessenden gelatinösen Kapseln auch hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung nicht verschieden.

Nachdem die Encystirung der Protisten auf der Fähigkeit des Protoplasmaleibes beruht, an der freien Oberfläche eine zu einer Membran oder Schale erstarrende schleimige Substanz abzusondern, so konnten die Cysten von COHN[1] wohl mit Recht als morphologisch mit der die Protisten bedeckenden Cuticula, den Panzern und Schalen für gleichwerthig erklärt werden.

Die physiologische Bedeutung der Encystirung scheint, obschon in erhöhtem Maasse, doch nur dasselbe zu bezwecken, was die Cuticula, die Panzer und Schalen: die Protisten schützen sich nämlich gegen die von der Aussenwelt drohenden schädlichen Einflüsse durch Encystirung. Im Allgemeinen sind die Protisten Bewohner der Gewässer, und selbst jene, welche gewöhnlich im lockeren humusreichen Boden, unter Mooskissen, zwischen Flechten der Baumrinde und an anderen ähnlichen Orten leben, werden nur dann in voller Lebensthätigkeit angetroffen, wenn ihr Aufenthaltsort durch Regengüsse reichlich benetzt oder gar überschwemmt wird; auch die im Inneren von Thieren lebenden Protisten werden blos in den saftreichen Körperhöhlen ihrer Wirthe angetroffen. Hieraus ergiebt sich von selbst als nachtheiligster Factor für das Leben der Protisten: der Mangel an nassem Element, und durch die Encystirung sollen die Protisten in erster Reihe gegen diese, nämlich die Gefahr des Austrocknens geschützt werden.

[1] Ueber den Encystirungsproc. etc. ZWZ. IV. (1853) 276.

Die in den Vertiefungen des Bodens, in Radgeleisen, Fusstapfen des Viehes, ausgehöhlten Steinen etc. durch angesammeltes Regenwasser gebildeten zeitweiligen Pfützen sind im Sommer der Schauplatz eines sprudelnden Lebens der Protisten und beim beginnenden Austrocknen die geeignetesten und lehrreichsten Fundorte für das Studium der Encystirung; hier ist die ganze winzige Welt bestrebt und beeilt durch Encystirung der Austrocknungsgefahr vorzubeugen, und es ist in der That staunenswerth, wie dieser Prozess, welcher im Leben der Protisten eine so hochwichtige Rolle spielt, zudem auch so häufig beobachtet werden kann, so lange unbekannt bleiben konnte. Ständen uns nicht Erfahrungen aus der Geschichte der Protistologie zu Gebote, so müsste man über das Vorgehen Ehrenberg's staunen, der, nachdem Stein die Encystirung bei *Vorticella microstoma* so genau beschrieben hatte, diesem Forscher gerade so wie Guanzati aus dem vorigen Jahrhundert, eine irrthümliche Auslegung vorwarf, ja sogar mit der gänzlich unbegründeten Anklage auftrat: die von den Stielen losgelösten und zu Kugeln contrahirten und «in Häutung begriffenen Vorticellen» mit Rotatorieneiern verwechselt zu haben.[1] Dass die Encystirung thatsächlich in erster Reihe gegen die Gefahr des Austrocknens gerichtet ist, dafür spricht das Ergebniss der diesbezüglich hochwichtigen Versuche von Cienkowski, wonach man im Stande ist die verschiedensten Protisten in wenig Wasser, z. B. im hängenden Tropfen durch langsames und vorsichtiges Verdunsten der Flüssigkeit zur Encystirung gewissermassen zu zwingen.[2]

Nach der Entdeckung der Encystirung lässt sich die weite, beinahe unbegrenzte Verbreitung der Protisten auf unserer Erde, sowie deren rasches und massenhaftes Auftreten in Pfützen und Infusionen, sehr leicht und auf natürliche Weise erklären und verliert den Nymbus des Geheimnissvollen. Am Grund der ausgetrockneten Pfützen schlummern die encystirten Protisten, welche dieselben ehedem bevölkerten, um beim nächsten Regen ihre Särge zu sprengen und zu neuem Leben zu erwachen, oder um auf Windesflügeln nach einer Luftreise zerstreut zu werden und als echte Kosmopoliten an jedem beliebigen anderen günstigen Ort ihre unterbrochene Lebensthätigkeit wieder aufzunehmen. Den Cysten der Protisten verleiht ihr unabwiegbar geringes Gewicht Flügel und ihre unendliche Kleinheit macht ihnen jeden verborgenen Winkel zugänglich. Durch Luftströmungen werden dieselben von ihrer Geburtsstätte nach entfernten Gegenden, aus der Tiefe der Thäler auf Bergeskuppen getrieben; wohin nur die Luft eindringen kann, werden auch die irrenden Keime der mikroskopischen Welt mitgeführt und zerstreut. Eine eben so einfache als natürliche Erklärung der *Panspermie* liegt in der Fähigkeit der Encystirung der Protisten.

Indessen werden die Protisten durch die Encystirung nicht blos gegen das Austrocknen geschützt, sondern viele von ihnen pflegen auch unter anderen Umständen sich einzukapseln.

Bei gewissen Protisten ist nach jedesmaliger Anfüllung mit Nahrung die Absonderung einer zarten Membran zur Regel geworden; in diesem eingekapselten Zustand obliegen dieselben in ungestörter Ruhe der Arbeit der Verdauung, um nachher allein, oder durch Theilung vermehrt die Cysten wieder zu verlassen. Solche *Verdauungscysten* sind z. B. nach den Untersuchungen von Cienkowski bei den, den *Heliozoën* nahe verwandten *Vampyrellen*, und — um nicht mehr Beispiele anzuführen — auch bei dem vom citirten Forscher als *Colpodella pugnax* benannten *Flagellaten* bekannt.[1] Ferner pflegen unter den *Ciliaten* nach Cohn *Trachelius Ovum*,[2] nach Claparède und Lachmann sowie nach Stein auch die, die *Vorticellinen* verheerenden *Amphilepten* den Verdauungsact in dünnwandigen Cysten zu vollziehen; mit ähnlichen Verdauungscysten umgeben sich nach meinen Untersuchungen auch gewisse *Enchelinen*.[3]

Des Weiteren wurde bei einer grossen Anzahl von Protisten die Beobachtung gemacht, dass dieselben sich, nachdem sie sich durch mehrere Generationen hindurch fortgesetzte Theilung überaus vermehrten, ohne nachweisbaren Grund, nacheinander einkapseln und ihre Cysten erst nach einer längeren, oft mehrere Monate lang dauernden Ruheperiode entweder einzeln, oder in Folge einer innerhalb der Cyste verlaufenen Theilung vermehrt, wieder verlassen; diese massenhaft auftretende Encystirung ge-

[1] Monatsb. d. berl. Akad. vom 18. Dec. 1851. — Vgl. Cohn, op. et l. cit.

[2] Ueber Cystenbildung bei Infusorien ZWZ. VI. (1855) 301.

[1] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865). 216. 221.

[2] Op. cit. 267.

[3] Természetrajzi Füzetek, II. (1878) 237.

stattet den Schluss, dass die Nothwendigkeit, nach einem gewissen Generations-Cyclus für längere Zeit auszuruhen, wie bei einzelligen Algen und gewissen Pilzen, so auch bei den Protisten obwaltet.

Im Obigen wurde wiederholt erwähnt, dass die Protisten häufig innerhalb ihrer Cysten in zwei oder mehr Theile zerfallen und vermehrt aus der Muttercyste ausschwärmen. Bei manchen Protisten ist dies nur eine Ausnahme, bei anderen hingegen die Regel, und ihre Vermehrung erfolgt stets innerhalb der Cyste: so produciren die *Gregarinen* ihre zahlreichen winzigen Fortpflanzungskörperchen, die sogenannten *Pseudonavicellen* oder *Psorospermien* ausnahmslos nur im eingekapselten Zustand; viele *Rhizopoden* und *Moneren*, sowie gewisse *Flagellaten*, wie z. B. die *Eugleniden*, dann mehrere *Cilioflagellaten*, die *Noctilucen* und etliche *Ciliaten*, z. B. die *Amphilepten* sind zur Theilung gleichfalls nur im encystirten Zustand befähigt.

Die Encystirung der Protisten wurde vielfach mit der Verpuppung verglichen, doch ist der Unterschied jedenfalls ein sehr grosser; dagegen ist ein ganz identischer Vorgang bei den niedersten Pflanzen, bei einzelligen Algen und Pilzen bekannt, wo die Sporen nach beendigter freier Beweglichkeit für eine gewisse Ruhefrist und um neue Schwärmer zu bilden, sich gleichfalls einkapseln, und es wird sich wohl auch heute kein Widerspruch erheben gegen die Behauptung Cohn's, wonach mit der Entdeckung der Infusorien einerseits und der Schwärmsporen der einzelligen Pflanzen andererseits die zwischen Thier- und Pflanzenreich aufgestellten Unterschiede unhaltbar geworden sind.[1]

III. FORTPFLANZUNG UND ENTWICKELUNG.

Aus den früheren Perioden, namentlich aber aus den Ehrenberg- und Dujardin'schen Zeiten sind, die Fortpflanzung und Entwickelung der Protisten betreffend, wohl zahlreiche werthvolle Angaben auf die neueste Zeit übergekommen, doch liegt es in der Natur der Sache, dass alle diese Daten wie alle ersten eingehenderen Forschungen überhaupt, blos einen relativen Werth haben konnten. Eine gründlichere Kenntniss des Fortpflanzungs- und Entwickelungsprocesses der Protisten stand, der natürlichen Reihenfolge des Fortschrittes gemäss, nicht eher zu erwarten, bis nicht die abweichenden Ansichten über die Organisation der Protisten durch ohne Voreingenommenheit ausgeführte neuere Forschungen geschlichtet waren, — nicht eher, als bis sich die Zellenlehre zu höherer Vollkommenheit entwickelte und bis der häufig sehr complicirte Fortpflanzungs- und Entwickelungsgang der niederen Thiere und Pflanzen eingehender studirt war. Nachdem aber in allen bezeichneten Richtungen erst durch die Forschungen der neuesten Zeit mehr Licht verbreitet wurde, konnte auch die Kenntniss von der Fortpflanzung und Entwicklung der Protisten erst in der jüngsten Zeit einen lebhafteren Aufschwung nehmen; indem aber einerseits entschieden behauptet werden darf, dass unsere diesbezüglichen Kenntnisse während der jüngsten Zeit mächtige Fortschritte gemacht haben: muss andererseits constatirt werden, dass sich die Lösung für sehr viele unaufgeklärte Probleme erst von der Zukunft erwarten lässt.

Die Frage von der spontanen Entstehung der Protisten.

Es lässt sich leicht begreifen, dass man in der Kindheit der biologischen Wissenschaften, — wo der Wunderglaube, gleich einem Alp, auch auf den Männern der Wissenschaft lastete, welchem sie sich nicht zu entziehen vermochten, — zu einer Zeit, wo die Ursache aller jener Erscheinungen, welche, wegen Mangelhaftigkeit der Kenntnisse, keine unmittelbare Erklärung zuliessen, dem launenhaften Spiel metaphysischer Kräfte zugeschrieben wurde, — das unter gewissen Umständen massenhafte und scheinbar plötzliche Erscheinen der Protisten, so wie von anderen niederen Organismen, durch die Annahme einer elternlosen *spontanen Entstehung* zu erklären suchte. Dieser allgemeinen Auffassung gegenüber hat im vorigen Jahrhundert — wie bereits erwähnt wurde — Spallanzani, in dem jetzigen aber Ehrenberg und Dujardin gegen die spontane Entstehung der Protisten das Wort ergriffen. Ehrenberg hatte in der That nicht nothwendig diese Hypothese anzunehmen, da nach ihm sämmtliche Protisten Hermaphroditen sind, welche sich ausser der Theilung

[1] Op. cit. 278.

durch eine immense Anzahl von winzigen Eiern fortpflanzen, welche fortgeführt durch Wasser und Luft das Leben der unsichtbaren Welt überall hin verpflanzen; DUJARDIN aber, der die Existenz der Eier in Zweifel zog, hatte auch nicht nothwendig seine Zuflucht zur Hypothese der spontanen Entstehung zu nehmen, da er mit SPALLANZANI geneigt war *präorganisirte Körperchen* (corpuscules préorganisés), das heisst Keime bei den Protisten anzunehmen.[1] In neuester Zeit endlich, nachdem die Encystirung und Sporenbildung der Protisten entdeckt wurde, anderseits aber die spontane Entstehung durch die Erforschung der complicirten Entwickelung parasitischer Thiere und Pilze auch auf diesem Gebiete, auf welchem man an ihrer Existenz so lange fest zu halten glaubte, endgiltig verworfen wurde, wurde die Hypothese der spontanen Entstehung vom grössten Theil der competenten Forscher gänzlich aufgegeben und zur Erklärung des räthselhaften Erscheinens der Protisten auf die Zerstreuung ihrer Cysten und Sporen durch die Luft verwiesen.

Dieser Auffassung gegenüber zählt aber die spontane Entstehung der niedersten Protisten auch hoch angesehene Männer der Wissenschaft (NAEGELI, POUCHET, OWEN, SCHAFFHAUSEN, HAECKEL, KARSTEN) zu ihren Vertheidigern, und das Experimentiren auf diesem Gebiet steht zum Theil auch heute noch auf der Tagesordnung.

Indem ich hier die Frage um die spontane Entstehung der Protisten berühre, sei vor Allem bemerkt, dass ausser dem Collectivbegriff der spontanen Entstehung (Generatio spontanea, æquivoca, originaria, primaria etc.) wesentlich verschiedene Arten der hypothetischen elternlosen Erzeugung zusammengefasst werden: nämlich die eigentliche spontane Entstehung, gewissermassen ein Selbsterzeugen (sit venia verbo!) aus anorganischen Verbindungen, welche von HAECKEL als *Autogonie*,[2] von MILNE-EDWARDS als *Génération agénétique*[3] bezeichnet wird,— ferner die Entstehung niederster Wesen aus abgestorbener, in Zersetzung begriffener, oder noch lebender organischer Substanz, welche MILNE-EDWARDS — welcher die Entstehung aus abgestorbener und lebender organischer Substanz unterscheidet — als *Nécrogénie* und *Xénogénie*,[4] viele Autoren als *Heterogenie*, HAECKEL aber als *Plasmogonie* bezeichnet.[1]

Vom allgemeinen naturphilosophischen Standpunkte ist die Frage der Autogonie ohne Zweifel eine der wichtigsten Fundamentalfragen der Biologie. Dass die ersten Organismen, welche mit unseren niedersten Protisten übereinstimmen dürften, aus anorganischen Verbindungen hervorgehen mussten, darüber herrscht wohl unter den heutigen Biologen keine Meinungsverschiedenheit, und was das Wesen der Sache anlangt, ist es ganz gleichgiltig, ob wir uns unsere Erde, oder aber — nach der Hypothese von THOMSON — irgend einen anderen Planeten als Schauplatz der Autogonie vorstellen. Dass die Autogonie einst stattfinden musste, das sagt uns der nach den Ursachen der Dinge forschende Verstand; dies handgreiflich zu beweisen wird aber natürlich nie gelingen. — Eine andere Frage, welche nicht absolut unlösbar scheint, ist die: ob durch Autogonie auch jetzt noch Organismen entstehen? HAECKEL hält dies für seine *Moneren* für wahrscheinlich; er nimmt an, dass sich die *Moneren* aus Lösungen, welche die Bestandtheile der lebenden Substanz enthalten, auf dieselbe Weise gleichsam ausscheiden, wie die Krysalle aus der Mutterlauge: das heisst auf dieselbe Weise, wie sich die Begründer der Zellentheorie die Entstehung der Zellen vorstellten; allein dies ist nur eine Hypothese, welche durch keinerlei directe Beobachtungen gestützt wird. Alldas, was wir über die Autogonie durch Experimente wissen, besteht darin, dass es bis jetzt noch Niemandem gelungen ist aus Lösungen anorganischer Verbindungen etwas Lebendes zu entwickeln. Durch die erreichten negativen Ergebnisse wird zwar die Möglichkeit einer auch jetzt noch thätigen Autogonie wohl nicht gänzlich ausgeschlossen, aber doch jedenfalls recht unwahrscheinlich gemacht.

Alljene Experimente aber, welche seit SPALLANZANI bis PASTEUR und bis zum heutigen Tage zur Lösung der Frage der Urzeugung angestellt wurden, berühren nur nebenbei die Autogonie, und drehen sich eigentlich um die Plasmogonie, das heisst um die Frage: ob in Infusionen organischer Körper, das heisst, ob sich Organismen durch Urzeugung aus bereits existirender organischer Substanz entwickeln können?

Alldas aber, was diese meist mit sehr scharfsinnig construirten Apparaten und mit gewissenhaftester

[1] Infusoires, 101.
[2] Gener. Morphologie, I. 179.
[3] Leçons sur la Physiologie etc., VIII. 251.
[4] Op. c. 252.

[1] Op. c. II. 33.

Controle ausgeführten Experimente beweisen, lässt sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. In Infusionen, welche längere Zeit hindurch einer Temperatur von 100° C. ausgesetzt, dann aber luftdicht verschlossen wurden, entwickeln sich keine Protisten, während sie sich in Infusionen, zu welchen die nicht gereinigte, nicht sterilisirte athmosphärische Luft freien Zutritt hat, in kurzer Zeit einstellen.

2. Wird die Luft einer durch Siedhitze bereits sterilisirten Infusion durch glühende Röhren, durch concentrirte Säuren, oder durch Baumwolle filtrirt hinzugeführt, so bleibt die Infusion ebenso unbelebt, wie wenn sie luftdicht verschlossen wäre.

3. Demnach müssen die Keime, welche die Infusionen beleben, unbedingt in der athmosphärischen Luft schweben; durch das Verfahren von Pasteur, welches darin besteht, dass die Luft durch Schiessbaumwolle filtrit und letztere dann in Aether gelöst wird, können diese in der Luft schwebenden Keime auch leicht demonstrirt werden.

4. In Anbetracht der zahlreichen übereinstimmenden Ergebnisse, zu welchen verschiedene ganz verlässliche Forscher durch Anwendung verschiedener Methoden gelangten, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass jene Ausnahmsfälle, in welchen sich Protisten in aufgekochten und mit sterilisirter Luft versehenen Infusionen dennoch entwickelten, auf irgend einen Fehler, welcher sich in das Experiment einschlich, zurückzuführen sind; entweder war das Gefäss nicht gehörig gereinigt, oder luftdicht verschlossen, oder aber die Infusion war nicht genügend lange der Siedhitze ausgesetzt.

5. Für trockene Substanzen genügt es nicht dieselben einer Temperatur von 100° C. auszusetzen, da nach den Untersuchungen von Doyère und Anderen ausgetrocknete Sporen, Keime und Cysten erst bei einer Temperatur von 120—140° C. ihre Entwickelungsfähigkeit einbüssen.

Was wird aber durch alle diese Forschungsergebnisse bewiesen, — wird die Existenz der Plasmogonie durch dieselben endgiltig widerlegt? — Durchaus nicht; denn alle diese Experimente beweisen nur, dass die winzigen Keime, welche sich überallhin Eingang verschaffen und mithin auch in den Infusionen enthalten sein müssen, sich, nachdem man sie getödtet hat, nicht wieder beleben; ferner beweisen sie, dass die organische Substanz selbst, nachdem sie einer das Leben vernichtenden hohen Temperatur ausgesetzt wurde, nicht wieder belebt: das heisst, kurz gesagt soviel, dass die organische Substanz nachdem sie einmal todt ist, sich selbst überlassen auch todt bleibt. An und für sich ist zwar dieses Ergebniss wichtig genug, aber durchaus nicht genügend; wichtig ist es, weil es die Existenz jener hypothetischen Art der Urzeugung ausschliesst, nach welcher sich niederste Wesen aus Substanztheilchen abgestorbener Organismen heranbilden sollen, das heisst, es schliesst die Necrogenie aus; ungenügend aber ist es, weil es nicht zugleich auch die Xenogenie ausschliesst. Denn nach allen diesen Experimenten könnte man noch immerhin auf die Möglichkeit denken, dass unter Umständen, welche für das Leben des ganzen Organismus zwar ungünstig, aber nicht unbedingt tödtlich sind, Theilchen der organischen Substanz sich zu Keimen von niedersten Wesen organisiren!

Es ist einleuchtend, dass dem Nachweis einer in diesem Sinne genommenen Urzeugung unüberwindliche Schwierigkeiten den Weg absperren; denn einerseits kennen wir kein, Verfahren ja können uns auch kaum eines vorstellen, welches die aus der Aussenwelt eingedrungenen Keime abtödten würde, ohne dass zugleich nicht auch jene hypothetischen Theilchen, welche sich zu Keimen organisiren sollen, zu Grunde gingen; anderseits aber kann die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit dessen nicht ausgeschlossen werden, dass die sich scheinbar aus der absterbenden organischen Substanz heranbildenden Keime, wie z. B. die kleinsten Micrococcen oder jene winzigen Sporen, welche auf der Grenze des mikroskopischen Sehens stehen, und aus welchen sich nach einigen Forschern die Monaden entwickeln, nicht schon früher in unsichtbarer Kleinheit in der lebenden organischen Substanz vorhanden waren, um unter für sie günstigen Verhältnissen zu wahrnehmbarer Grösse heranzuwachsen. Auf gleiche Schwierigkeiten stösst aber auch die endgiltige Widerlegung der Xenogenie, und es lässt sich lediglich nur nach Analogien, welche sich auf die Kenntniss der Entwickelung höherer Organismen stützen, behaupten, dass die Existenz der Xenogenie auf dem Standpunkt unserer heutigen Kenntnisse nicht wahrscheinlich ist.

1. Gregarinen und denselben verwandte Organismen.

Bereits im Jahre 1835 wurden von Henle in den Geschlechtsorganen der Regenwürmer eigenthümliche Cysten und in diesen ganz an die Naviculen erinnernde

mit harten Schalen versehene spindelförmige Körperchen entdeckt,[1] welche von HOFFMEISTER [2] für echte Naviculen gehalten wurden. Vier Jahre später wurden ähnliche Cysten von v. SIEBOLD in der Gesellschaft der *Gregarina caudata* im Darmkanal einer Fliegenlarve, der Sciara nitidicollis gefunden und mit Vorbehalt für möglich erklärt, dass die von ihm als *Navicellen* bezeichneten naviculaförmigen Körperchen mit den in den von HENLE entdeckten Cysten gefundenen Körperchen identisch sind, und dem Entwickelungskreis der Gregarinen angehören.[3] Durch wiederholte Untersuchungen ist es auch HENLE gelungen, die im Geschlechtsorgan der Regenwürmer mit den Naviculakapseln beisammen lebenden Gregarinen (Monocystiden) zu entdecken, in Folge dessen er sich der Ansicht von v. SIEBOLD anschloss, wonach die von MECKEL für in Entwickelung begriffene Regenwurmeier gehaltenen [4] Navicellencysten mit der Fortpflanzung der Gregarinen im Zusammenhang stehen.[5] Sowohl v. SIEBOLD, als auch FRANTZIUS, der in verschiedenen Insecten acht Arten von Gregarinen, sowie auch die Navicellen enthaltenden Cysten beobachtete,[6] haben die KÖLLIKER'sche Ansicht von der Vermehrung der Gregarinen durch Theilung [7] verworfen.

Ueber diese Beobachtungen konnte STEIN verfügen, als er in seiner für die Kenntniss der Gregarinen grundlegenden Arbeit,[8] gestützt auf sehr eingehende Studien, nachwies, dass die *Navicellen*, *Pseudonavicellen*, oder — wie sie auch seither genannt werden, seitdem von LEYDIG,[9] dann auch von LIEBERKÜHN [10] darauf war hingewiesen worden, dass es mit den von JOHANNES MÜLLER im Jahre 1841 entdeckten, sogenannten *Psorospermien* gleichwerthige Gebilde sind, — die *Psorospermien* in der That nichts weiter, als Fortpflanzungskörperchen der Gregarinen d. h. deren Sporen sind. Zur selben Auffassung wurde durch fortgesetzte Studien auch KÖLLIKER [1] geleitet. Durch die Untersuchungen von BRUCH,[2] LIEBERKÜHN,[3] EDUARD VAN BENEDEN,[4] AIMÉ SCHNEIDER [5] und BÜTSCHLI[6] gewann endlich die Lehre von der Fortpflanzung der Gregarinen durch Sporen vollkommen feste Grundlagen.[7]

Die zur Fortpflanzung sich anschickenden Gregarinen pflegen sich einzeln oder zu Zweien, ausnahmsweise auch zu Dreien conjugirt zu Kugeln zu contrahiren und behufs Sporenbildung sich einzukapseln. Die Untersuchungen von STEIN führten zur Ansicht, dass der Sporenbildung ohne Ausnahme eine Conjugation und hierauf folgend Copulation vorangeht; die Untersuchungen anderer Forscher haben jedoch die Richtigkeit dieser Auffassung nicht bestätigt; die Conjugation ist zwar eine häufige Erscheinung, es ist aber auch die Encystirung einzelner Individuen nicht seltener, ja nach SCHNEIDER soll sogar der Conjugation nicht in jedem Fall eine Copulation folgen, sondern die conjugirten Paare können sich gesondert encystiren, wodurch eine zweikammerige Cyste zu Stande kommt *(Pseudoconjugation)*. Nach SCHNEIDER vereinigen sich die conjugirten Paare stets mit dem vorderen Körperende, worauf sie sich contrahiren und mit der ganzen Länge an einander schmiegen, um schliesslich zu verschmelzen. Nach den Untersuchungen von STEIN gilt das aber nicht als allgemeine Regel; nach diesem Forscher nimmt die Conjugation mit einer, bei manchen Gregarinen am vorderen, bei anderen am hinteren oder endlich an den entge-

[1] Ueber die Gattung Branchiobdella AAP. (1835) 592.

[2] MECKEL op. cit. 481.

[3] Beiträge zur Naturgeschichte wirbelloser Thiere. Danzig, 1839. 63. Cfr. STEIN's unten citirte Abhandlung, 198.

[4] Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischer Thiere. AAP. (1844) 482.

[5] Ueber die Gattung Gregarina. AAP. (1845) 373.

[6] Observationes quædam de Gregarinis. Berolini. 1846. Cfr. LIEBERKÜHN's unten citirtes Werk, S. 5.

[7] Die Lehre von der thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen, nach neuesten Fortschritten dargestellt. Zeitschr. f. wiss. Botanik. II. H. Zürich. (1845) 97.

[8] Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) 182—223.

[9] Ueber Psorospermien und Gregarinen. AAP. (1851) 221.

[10] Évolution des Gregarines. Bull. de l'Acad. royal de Belgique. T. XXVI. 1855.

[1] Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere. ZWZ. I. (1848) 25. Ferner: Icones histiologicæ. I. Abth. Leipzig. 1864. S. 8.

[2] Einige Bemerkungen über die Gregarinen. ZWZ. II. (1850) 110.

[3] Vgl. ausser dem cit. Werke: Ueber die Psorospermien. AAP. (1854) 1. und 349; Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen. AAP. (1865) 508.

[4] Recherches sur l'évolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. 2. sér. T. 31. Bruxelles. (1871) 325.

[5] Contributions à l'histoire des Grégarines. Arch. de zoolog. expériment. T. IV. 493. Vgl. LEUCKART, Bericht, AN. 42. Jahrg. II. (1876) 599.

[6] Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. XXXV. (1881) 384.

[7] Auf Grund ihrer Fortpflanzung durch Sporen werden die Gregarinen von LEUCKART neuestens als *Sporozoa* bezeichnet *(Die Parasiten des Menschen. Zweite Aufl. I. Bd. Leipzig. [1879.] 274.)*

gengesetzten Körperenden stattfindenden Vereinigung ihren Anfang; das Vorkommen letzterer Art von Conjugation bei der im Darm der Larven von Tenebrio Molitor lebenden *Gregarina polymorpha* wurde neuestens auch durch Bütschli [1] bestätigt. Die einzeln oder paarweise zu Kugeln contrahirten und schliesslich verschmelzenden Gregarinen scheiden eine doppelte Hülle aus: eine äussere gallertige und, unter dieser, eine gewöhnlich geschichtete, festere Hülle. Nach van Beneden können sich einige encystirte Gregarinen, wie z. B. die im Darm von Hommarus lebende *Gregarina gigantea* durch Theilung vermehren, wodurch in eine gallertige Grundsubstanz eingebettete Gruppen von Cysten zu Stande kommen, welche ganz an die Knorpelkapseln erinnern; aus dieser Fähigkeit der Vermehrung der Cysten ist es zu erklären, dass die Cysten häufig viel kleiner sind als die Gregarinen selbst.[2] Solche in eine gemeinsame gallertige Grundsubstanz gebettete Gregarinencysten wurden auch von Mac Intosh in Borlasia octoculata beobachtet.[3]

Zur Sporenbildung wird der Cysteninhalt nie ganz aufgebraucht; ein Theil des grobgranulirten Plasmas participirt constant nicht an der Sporenbildung, sondern bleibt als grössere oder kleinere Masse zurück.

Ueber die Entwickelung der Spore selbst ist aus den älteren Untersuchungen Stein's und Lieberkühn's, namentlich aber aus den neueren von Schneider und Bütschli Folgendes bekannt.

Vor allem ist es sehr wichtig zu wissen, welchen Veränderungen der Kern der encystirten Gregarine oder der conjugirten Paare unterliegt. Diesbezüglich stehen blos die fragmentarischen Beobachtungen von Bütschli zur Verfügung. In sehr jungen Cysten der conjugirten Paare von *Gregarina polymorpha* fand genannter Forscher die Kerne beider Individuen wesentlich verkleinert, ferner konnte er eine äusserst feine Kernmembran und eine gleichmässig fein granulirte Kernsubstanz unterscheiden; von den respectablen Nucleolen der gewöhnlichen Kerne war keine Spur mehr vorhanden.[4] Derselbe Forscher beobachtete in der körnchenlosen Corticalsubstanz des Inhaltes einer etwas älteren Cyste, welche noch keine Sporen enthielt, zahlreiche kleine Kerne, welche schwerlich selbständig in der Corticalsubstanz entstanden sein, sondern wahrscheinlich von den Kernen der copulirten Paare abstammen mochten. Vollständiger, als diese lückenhaften Angaben über den Kern der encystirten Gregarinen ist uns, besonders nach den Untersuchungen von Schneider und Bütschli die Entwickelung der Sporen selbst bekannt, welche ihre Entstehung einem auf der ganzen Oberfläche gleichzeitig beginnenden Sprossungsprocess verdanken. Die jüngsten Sporen gleichen einkernigen, beinahe gar nicht granulirten, durchsichtigen, membranlosen cylindrischen Epithelzellen, welche den grobgranulirten Inhalt der Cyste auf ähnliche Weise umhüllen, wie die Blastodermzellen den Nahrungsdotter der Insecten. Im Allgemeinen erinnert die ganze Art der Sporenbildung, mit Inbegriff der fragmentarischen Kenntnisse über die Kerne der encystirten Individuen — wie aus dem Gesagten hervorgeht — sehr lebhaft an die Entwickelung des Blastoderms bei den Insecten. Auf diesem frühen Stadium der Entwickelung ziehen sich die Sporen binnen Kurzem aus der oberflächlichen Schicht in das Innere des Cysteninhalts zurück und erreichen hier ihre volle Entwickelung. Die membranlosen kleinen Zellen nehmen allmälig eine Spindelform an, und deren Aehnlichkeit mit den Naviculen wird noch dadurch ergänzt, dass sie an der Oberfläche eine harte, aber keine Kieselsäure enthaltende Kapsel ausscheiden. Im Plasma der Sporen sind wenig, gewöhnlich einseitig angeordnete Körnchen enthalten; der von Schneider und von Bütschli nachgewiesene Kern der Sporen ist etwas excentrisch gelegen, von kugeliger Gestalt, von einer deutlich sichtbaren Membran umgeben und der Structur nach mit den primitiven Kernen übereinstimmend.

Bei manchen Gregarinen kommen eigenthümliche Sporengänge zur Entwickelung, welche bereits Stein kannte, Schneider und Bütschli aber eingehender studirten. Diese Sporengänge bilden von der geschichteten inneren Cystenmembran ausgehende Röhren, welche anfangs von der Oberfläche in das Innere der Cyste führen, aus den vollkommen entwickelte Sporen enthaltenden Cysten hingegen nach auswärts gekehrt sind, die Membranen durchdringen und den Sporen als Ausgang dienen. Bei anderen Gregarinen sind Sporengänge nicht vorhanden, und bei diesen werden die Sporen durch Berstung der

[1] Op. cit. S. 381.
[2] Op. cit. S. 326.
[3] On the Gregariniform Parasite of Borlasia. Transact. of the roy. microscop. Soc. of. London. 1867; cfr. Van Beneden op. und. pag. cit.
[4] Op. cit. 391.

Cyste ausgestreut. Bei der Sprengung der Cysten kommt auch den zur Sporenbildung nicht verbrauchten granulirten Plasmaresten eine Rolle zu. Die Cyste von *Stylorhynchus* soll nach SCHNEIDER mit einem förmlichen Sprengapparat versehen sein; dieser besteht in einer, aus dem zur Sporenbildung nicht verbrauchten granulirten Plasma sich bildenden Kugel, welche von den Sporen umgeben die Mitte der Kapsel einnimmt, allmälig zu einer Blase anschwillt und, indem sie an Grösse stetig zunimmt, gewissermassen wächst, schliesslich eine Berstung der Kapsel herbeiführt.[1]

Während die Thatsache, dass die Naviculen wirkliche Sporen der Gregarinen sind, beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht länger bezweifelt werden darf: kann anderseits die Entwickelung der Gregarinen aus Sporen auch heute noch nicht für gänzlich aufgeklärt erachtet werden.

Vor allem ist hervorzuheben, dass die von HENLE, BRUCH, LEYDIG, DIESING[2] und Anderen mit mehrweniger Bestimmtheit vertretene Ansicht, wonach die Gregarinen in den Entwickelungskreis der Nematoden, namentlich der Filarien (BRUCH, LEYDIG) oder der Echinorhynchen (DIESING) gehörten, durch keine einzige Beobachtung bestätigt wurde; diese Hypothese kann als endgiltig widerlegt betrachtet werden, und es ist ein wahrer Anachronismus, wenn SCHMARDA in seinem allgemein verbreiteten Handbuch[3] die Gregarinen noch immer den Nematoden anreiht.

STEIN's Beobachtungen über die Entwickelung von *Gregarina Blattarum* scheinen dafür zu sprechen, dass die Gregarinen bereits vollkommen entwickelt ihre Sporen verlassen. In 14 Tage lang gehungerten Schaben, welche — wie aus den im Schlundrohre gefundenen Cysten zweifellos hervorgeht — ihren eigenen, Navicellencysten enthaltenden Koth aufgefressen hatten, fand STEIN junge Gregarinen, kaum grösser als die Sporen, blos 1/150''' lang, welche bereits genau die Organisation der Gregarina Blattarum zeigten und sich offenbar aus den Sporen entwickelt hatten.[4] Solche winzige Gregarinen konnte auch BÜTSCHLI in den Schaben durch Fütterungsversuche züchten[1]; ob aber dieselben, welche, aus der Grösse zu schliessen, die Sporen erst vor Kurzem verlassen haben mochten, wirklich aus den mit den Faeces entleerten und dann wieder aufgefressenen Sporen sich entwickelt, und in welcher Form sie die Sporen verlassen hatten, darüber geben die Untersuchungen von STEIN und von BÜTSCHLI keine Aufklärung; nach den Beobachtungen des letzteren Forschers, ferner nach den weiter unten noch anzuführenden Untersuchungen von SCHNEIDER und VAN BENEDEN zu schliessen, kann aber füglich angenommen werden, dass die ihre Sporen verlassenden Gregarinen die für diese Protisten charakteristische Organisation noch nicht besitzen.

LIEBERKÜHN gibt, gestützt vornehmlich auf Studien über die in Regenwürmern lebenden *Monocystiden*, von der Entwickelung der Gregarinen aus Sporen folgende Schilderung: nach einer gewissen Ruhezeit atrophisirt die harte Schale der Sporen und schwindet zum Schluss gänzlich, wodurch der Anfangs in 4 bis 8 und mehr Partieen getheilte und dann wieder zu einer einzigen Kugel verschmolzene Sporeninhalt beim Bersten der Cyste in Form einer winzigen Amoebe frei wird. Diese winzigen Amoeben verwandeln sich allmälig zu Gregarinen, und es lassen sich die schönsten Uebergänge, welche von Amoeben zu den Gregarinen führen, antreffen. Indessen ist es höchst wahrscheinlich, dass LIEBERKÜHN bei diesen, wie erwähnt, an den in Regenwürmern schmarotzenden *Monocystiden* angestellten Beobachtungen in den Irrthum verfiel, die in der Leibeshöhle der Regenwürmer schwimmenden amoeboiden Blutzellen für Gregarinenbrut zu halten. Nach den, von BÜTSCHLI in allen Stücken als richtig bestätigten Untersuchungen von SCHNEIDER wird der Sporeninhalt der *Monocystiden* nicht als eine einzige Amoebe frei, sondern theilt sich in 4 bis 8 sichelförmige Tochterzellen, welche mit je einem blassen, feinkörnigen, centralen Kern versehen, ziemlich regelmässig meridional angeordnet sind, und den zur Bildung der sichelförmigen Zellen nicht verbrauchten Rest des granulirten Sporenplasmas (*nucléus de reliquat*, SCHNEIDER) einschliessen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die aus den geborstenen Sporenschalen frei gewordenen sichelförmigen Zellen entweder unmittelbar, oder — wie die weiter unten zu erörternden Coccidien — nach Ueberstehen eines amoeboiden Zu-

[1] Sur un appareil de dissémination de Gregarina et Stylorhynchus. CR. T. 80. (1875) 432.
[2] Sitzungsber. d. kais. Akad. Bd. 48, Wien (1863) 204.
[3] Zoologie, I. Bd. Wien. (1871) 314.
[4] Op. cit. S. 219.

[1] Op. cit. S. 400.

standes sich zu Gregarinen umwandeln. Die Bildung der sichelförmigen Zellen hat SCHNEIDER ausser bei den Monocystiden auch in den Sporen vieler anderer Gregarinen, bei den Uebrigen hingegen niemals beobachtet; bei Letzteren befolgt die Entwickelung wahrscheinlich den, aus den Untersuchungen von EDUARD VAN BENEDEN über *Gregarina gigantea* bekannten Verlauf.

Der genannte Forscher fand[1] mit der im Darm der Hummern lebenden und die kolossale Grösse von 16 mm. erreichenden *Gregarina gigantea* und deren Sporencysten auch sehr kleine, amoebenartig bewegliche, membran- und kernlose Körperchen aus körnigem Protoplasma vergesellschaftet, welche der HAECKEL'schen *Protamoeba agilis* und *P. primitiva* sehr ähnlich sahen. Diese amoeboiden Moneren gehören, laut Zeugniss des weiteren Entwickelungsganges, zur Gregarina gigantea und sind offenbar aus den — sichelförmige Körperchen nicht enthaltenden — Sporen der letzteren frei geworden. Zwischen den beweglichen Moneren wurden auch ruhende Individuen angetroffen, von welchen ein kürzerer unbeweglicher und ein längerer wurmartig beweglicher Anhang hervorspross. Letzterer Sprössling schnürte sich nach einer Zeit ab, während der kürzere den Plasmarest aufnahm, bis endlich beide Sprösslinge sich zu bewegen anfingen. In diesem Entwickelungsstadium sehen die jungen Gregarinen in Form und Bewegung winzigen Nematoden sehr ähnlich, und werden deshalb von VAN BENEDEN *Pseudofilarien* genannt. Die Anfangs lebhaften Schlangenbewegungen dieser Pseudofilarien werden allmälig träger, wobei in ihrem Plasmaleib — auf ähnliche Weise, wie bei der Heranbildung von Krystallen aus der Mutterlauge[2] — ein Kern und diesen umgebend ein heller Hof ausgeschieden wird; allmälig verlieren die Pseudofilarien ihre schlanke Form, sie werden gedrungener, und scheiden an ihrer Oberfläche eine dünne Membran aus, wobei der Uebergang von den Pseudofilarien zur charakteristischen Form und Organisation der Gregarinen Schritt für Schritt verfolgt werden kann. Diese Pseudofilarien haben mit den Gregarinen zusammen wahrscheinlich auch schon andere Forscher angetroffen, und hiedurch wurden sie bewogen, die Gregarinen, wie bereits oben erwähnt, mit den Nematoden in Connex zu bringen; übrigens sind in Gesellschaft der Gregarinen auch echte Nematoden häufig anzutreffen, wodurch sich die Verwechslung mit jungen Nematoren umsomehr erklärt.

[1] Op. cit.

[2] Op. cit. 337.

Nach diesen Untersuchungen scheinen die Gregarinen, ihre Entwicklung betreffend, zwei Gruppen zu bilden: bei den Repräsentanten der ersten Gruppe zerfällt der Sporeninhalt in sichelförmige Zellen, welche frei geworden sich wahrscheinlich unmittelbar zu Gregarinen umwandeln, während die andere Gruppe durch jene Gregarinen vertreten wird, bei welchen der Sporeninhalt eine Zeit lang als amoebenartige Monere fortlebt, welche durch Knospenbildung zwei Pseudofilarien zur Entwickelung bringt, welche sich schliesslich in Gregarinen umwandeln. Die sichelförmigen Zellen und Pseudofilarien können für gleichwerthig angesehen werden.

Nach den Untersuchungen von GABRIEL,[1] welche, wegen dessen Tod, in abgeschlossener und ausführlicher Darstellung nicht veröffentlicht wurden, erhält man von der Entwickelung der Gregarinen ein vom Obigen wesentlich abweichendes und sehr verwickeltes Bild. GABRIEL fand in den Hoden und der Leibesflüssigkeit der Regenwürmer, ferner in mehreren marinen dendrocoelen Turbellarien, Anneliden und Crustaceen eigenthümliche, in den Entwickelungs-, resp. Formenkreis der Gregarinen gehörige Plasmamassen. Diese von ihm *Primitiv-Plasma* genannten Massen sind ganz homogen, nicht granulirt, kernlos, von scheiben-, lamellen- oder spindelförmiger Gestalt und sehr verschiedener Grösse; sie sind bald unbeweglich, bald zeigen sie eine, sowohl von der amoeboiden, als der Flimmer- und Contractionsbewegung verschiedene, am treffendsten noch mit der Zuckung vergleichbare Bewegung. Diese Plasmodien, oder nach GABRIEL: *Synamoeben* gehen aus den Stäbchen der Gregarinensporen (den sichelförmigen Zellen?) durch Verschmelzung hervor und behalten entweder diese sociale Verbindung als endgiltige Plasmodienform constant bei, oder sie zerfallen in einzelne Theile, welche sich zu Gregarinen entwickeln. In anderen Fällen geht die sociale Verbindung der Sporenstäbchen auseinander, und Letztere entwickeln sich mit Umgehung des Amoebenzustandes unmittelbar zu

[1] Zur Classification der Gregarinen. Zoolog. Anz. III. (1880) 569. — Ueber primitives Protoplasma. Jahresber. der schles. Gesellsch. f. vat. Cult. 1871. — Cfr. BÜTSCHLI, zoolog. Jahresber. für 1879. Leipzig. (1880) 164.

Gregarinen. Bei der in Julus lebenden *Gregarina paradoxa* geht der Sporenbildung nie eine Encystirung voran.[1] Endlich giebt es Gregarinen, welche keine Sporen bilden, sondern sich nach einer, nicht näher beschriebenen, als minder complicirt bezeichneten Weise vermehren. Die fragmentarischen und wegen ihrer Kürze schwer verständlichen Mittheilungen GABRIEL's fussen auf langwierigen, aber leider unvollendet gebliebenen Untersuchungen, und sind jedenfalls beachtenswerth, aber auch weiterer Nachforschungen sehr bedürftig.

Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse kann kaum bezweifelt werden, dass die sogenannten *kugeligen und ovalen Psorospermien,* oder die *Coccidien,* wie sie neuerlich von LEUCKART[2] genannt werden, mit den Gregarinen in naher Verwandtschaft stehen. Viel laxer scheint das Verwandtschaftsverhältniss zwischen den Gregarinen und den sogenannten *Fisch-Psorospermien,* sowie den noch immer mysteriösen *Miescher'schen Schläuchen (Rainey'schen Körpern)* zu sein; trotzdem scheint es geboten, hier nicht nur die Coccidien, sondern — soweit deren Entwickelung überhaupt bekannt ist — auch die letzteren Gebilde zu erwähnen.

Die *Coccidien*[3] schmarotzen im entwickelten Zustand in gewissen Zellen von Wirbelthieren (Mensch, Affe, Fledermaus, Maulwurf, Hund, Kalb, Schaf, Kaninchen, Maus, Ratte, Huhn, Sperling, Frosch, Fische) oder Avertebraten (Helix, Kephalopoden, Lithobius forticatus), am häufigsten in den Epithelzellen des Darmkanals und der Gallengänge, oder in gewissen Drüsenzellen, wobei sie die, gewöhnlich nur einen Parasiten beherbergende Wohnzelle beinahe gänzlich ausfüllen und schliesslich deren Absterben veranlassen; indem sie nun den Wirth gewöhnlich in unzähligen Massen überfallen, können sie tötlich endigende Krankheitsprocesse, häufig sogar förmliche Epidemieen verursachen, was insbesondere die Untersuchungen von EIMER beweisen. Die in der Kaninchenleber häufig umfangreiche Knoten bildenden Coccidien-Herde wurden von vielen Forschern als tuberculöse oder krebsige Entartung oder andere pathologische Gebilde angesprochen.[1] Die zur vollen Grösse gelangten Coccidien sind kugel- oder eiförmige Zellen, welche in ihrem, wie bei den Gregarinen grobkörnigen Protoplasmaleib einen grossen, hellen, bläschenartigen Kern einschliessen. Indem sie sich zur Vermehrung anschicken, wird innerhalb einer zarten äusseren Membran eine, an einem Ende gewöhnlich von einer mikropyleartigen Oeffnung durchbrochene harte Schale oder Kapsel abgesondert; der Plasmaleib selbst zieht sich von der Kapsel mehr-weniger zurück, wodurch die Coccidien in diesem Entwickelungsstadium ganz wie Eier aussehen und mit den Eiern von parasitischen Würmern auch vielfach verwechselt wurden. Das Plasma der eingekapselten Coccidien theilt sich entweder innerhalb des Wirthes oder nach mehr-weniger langer Rast ausserhalb desselben (in feuchter Erde) in vier oder mehr Theile, aus deren jedem sich eine sichelförmige Zelle entwickelt, welche mit den in den Pseudonavicellen der Gregarinen entwickelten sichelförmigen Zellen vollkommen übereinstimmen und nach den Untersuchungen von BÜTSCHLI im feingranulirten Plasma einen bläschenförmigen Kern enthalten. Die aus den Kapseln frei gewordenen sichelförmigen Zellen führen ziemlich lebhafte Bewegungen aus; bald nähern sich die beiden Enden einander, bald streckt sich der Leib in die Länge; nach BÜTSCHLI lassen sich die Bewegungen am treffendsten mit denen der kriechenden Euglenen vergleichen. Dabei vermögen sie auch ziemlich rasch zu schwimmen; endlich sollen sie, nach EIMER, auch amoebenähnliche Pseudopodien aussenden, in welchem Zustande sie mit farblosen Blut- oder mit Eiterzellen leicht verwechselt werden können. Schliesslich wandern diese winzigen Zellen wieder in die Wirthzelle und entwickeln sich hier zu Coccidien.

Die sogenannten *Fischpsorospermien,* richtiger die *Cysten* derselben[2] oder — wie sie von BÜTSCHLI zur

[1] Diss. cit., Zoolog. Anzeiger, III. (1880) 571.

[2] Die Parasiten. I. Bd. 2. Aufl. (1879) 249.

[3] KLOSS, Ueber Parasiten in der Niere von Helix. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. (1855) I. 189; cit. nach LEUCKART. — EIMER, Ueber die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere. Würzburg, 1870. — SCHNEIDER, Note sur la psorospermie du poulpe, und: Note sur les rapports des psorospermies oviformes aux véritables Grégarines. Arch. Zoolog. expér. T. IV. LEUCKART, Bericht etc. AN. 42. (1876) II. 598. — ZÜRN, Die kugel- und eiförmigen Psorospermien als Ursache von Krankheiten bei Hausthieren. Leipzig, 1878. LEUCKART op. cit. — BÜTSCHLI, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ. 35. (1881) 405.

[1] Cfr. LEUCKART, op. cit. 256.

[2] J. MÜLLER, Ueber eine eigenthümliche parasitische Bildung mit specifisch organisirten Samenkörperchen. AAP. (1841) 477. — LEYDIG u. LIEBERKÜHN, diss. cit. — BALBIANI, CR. T. 57. S. 157. — GABRIEL, Berichte der schles. Gesellsch. f. d. J. 1879, S. 26., cit. nach BÜTSCHLI, — SCHNEIDER. op. cit.

Vermeidung des in verschiedenem Sinne gebrauchten Ausdrucks: Psorospermien genannt werden — die *Myxosporidien*[1] sind kugelige, schlauch- oder wurstförmige, 1 bis 3 mm. grosse, mikroskopische Plasmamassen, welche in verschiedenen Organen bei Süss- und Seewasserfischen in grosser Verbreitung schmarotzen und hier bald in den verschiedenen Geweben eingenistet, bald auf der Innenfläche der Höhlen verschiedener Organe gelagert vorkommen. Am häufigsten sind sie in der Gallen- und Harnblase, sowie in den Geweben der Kiemenlamellen anzutreffen. Ausser in Fischen wurden sie von LIEBERKÜHN auch in der Niere von Fröschen in zahllosen Massen angetroffen.

Am Plasma der Myxosporidien ist das Ecto- und Entoplasma entweder scharf differenzirt, oder diese Scheidung ist nur überaus schwach angedeutet. Das Ectoplasma ist nicht granulirt, zuweilen von einer zarten strahligen Streifung, oder von einem eigenthümlichen hellen Netzwerk durchzogen; das Entoplasma ist von mehr-minder grossen, fettglänzenden Schöllchen granulirt, und entweder farblos oder durch ein bräunliches oder gelbrothes Pigment gefärbt. Dieses Pigment ist offenbar nicht Eigenproduct der Myxosporidien, sondern aus der Umgebung aufgenommen worden; die in der Gallenblase lebenden Myxosporidien wenigstens zeigen die Farbe der Galle, die die Harnblase vom Hecht meist als eine zusammenhängende schleimige Schicht auskleidenden Myxosporidien aber haben eine gelbrothe Färbung, welche jedenfalls vom Blut des Wirthes herstammt, da es BÜTSCHLI gelang im Entoplasma der Myxosporidien vom Hecht Haematoidin-Krystalle nachzuweisen. Ebenfalls BÜTSCHLI gelang der Nachweis, dass im Entoplasma der Myxosporidien zahlreiche winzige Kerne enthalten sind, welche der Aufmerksamkeit der übrigen Forscher, die — wie BÜTSCHLI sagt — den Wald vor Bäumen nicht sahen, ganz entgangen waren. Diese eigenthümlichen Plasmodien sind auch zu amoeboiden Gestaltsveränderungen befähigt, ihr Ectoplasma sendet zuweilen gerade solche Fortsätze aus, wie manche Amoeben am hinteren, d. i. der Bewegungsrichtung entgegengesetzten Körperende; auch werden manchmal von der ganzen Körperoberfläche steife haarartige, oder kurzen verzweigten Geweihen ähnliche Fortsätze hervorgestreckt. Die auf freien Oberflächen lebenden Myxosporidien entbehren einer Hülle; die in den Kiemenlamellen von Fischen lebenden fand aber BÜTSCHLI von einer ziemlich dicken Schicht eingehüllt, welche letztere in einer granulirten Substanz zahlreiche Kerne enthielt und vielleicht gar nicht den Myxosporidien angehört, sondern durch das umgebende Bindegewebe des Wirthes abgesondert wurde.

Die Sporen der Myxosporidien werden im Entoplasma in wechselnder Anzahl gebildet; sie sind von sehr verschiedener Grösse, und Plasmodien ohne Sporen gehören zu den seltenen Befunden. Die entwickelten Sporen sind ei- oder spindelförmig, an einem Ende häufig in einen schwanzartigen Fortsatz ausgehend, und von einer harten Membran umgeben, welche, wie die Panzer der Diatomeen, häufig aus zwei gleichen Hälften besteht und an einem oder beiden Polen von einer engen Oeffnung durchbrochen ist.

Der Sporeninhalt besteht aus granulirtem Protoplasma, in welchem BÜTSCHLI einen grossen hellen Kern nachwies; sehr charakteristische Theile der Sporen sind die sogenannten *Polkörperchen* oder *Polkapseln*, welche wohl schon von älteren Forschern bemerkt, aber in ihrer feineren Structur erst von den neueren Forschern, insbesondere von BALBIANI, SCHNEIDER und BÜTSCHLI aufgeklärt wurden. Diese — gewöhnlich in jeder Spore paarweise, und zwar entweder beide am selben Pol oder an den entgegengesetzten Polen auftretenden — Polkörperchen bergen einen in mehrfache Spiralgänge gewundenen feinen langen Faden, und scheinen in der Structur mit den Nesselkapseln von Zoophyten vollkommen übereinzustimmen. Diese Uebereinstimmung wird durch das unter gewissen Umständen erfolgende Ausschleudern dieser Fäden durch die Oeffnung der Sporenkapsel noch ergänzt. Wozu diese eigenthümlichen nesselkapselartigen Gebilde eigentlich bestimmt sind, ist zur Zeit noch völlig unbekannt; die BALBIANI'sche Ansicht, wonach es den Antheroiden der Kryptogamen analoge Befruchtungselemente wären, wird durch keinerlei Beobachtung gestützt und ist demnach auch unannehmbar. Vielleicht entsprechen sie bei der Ausstreuung der Sporen in Action tretenden Schleuderorganen, vorausgesetzt natürlich, dass die für Sporen angesprochenen Gebilde auch wirkliche Sporen sind.

Dass die Sporen im Inneren des Plasmaleibes sich entwickeln, war auch den älteren Forschern

[1] BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. ZWZ. 35. (1881) 629.

bereits bekannt; doch wird der Entwickelungsgang der Sporen erst durch die Untersuchungen von BÜTSCHLI einigermassen aufgeklärt. BÜTSCHLI fand in den Myxosporidien vom Hecht, welche noch keine Sporen enthielten, zahlreiche blasse, etwas granulirte Plasmakügelchen, welche mindestens sechs, zuweilen noch mehr helle Kerne einschlossen. Diese Kugeln waren offenbar aus einzelnen Massen des mütterlichen Protoplasmas zu Stande gekommen, welche sich zu kernhältigen Kugeln herangebildet hatten.

Die Sporen entwickeln sich stets aus Kugeln, welche sechs Kerne enthalten; an der Oberfläche der Kugeln wird eine zarte Membran ausgeschieden, während die Plasmamasse sich in zwei, je drei Kerne enthaltende Hälften theilt. Jede dieser, drei Kerne enthaltenden Kugeln wird zu einer Spore umgewandelt, indem der Leib sich streckt, die charakteristische Sporenform annimmt, und schliesslich an der Oberfläche eine Membran absondert. Der eine Kern bleibt als Sporenkern beständig, die beiden Anderen, die Stelle der Polkörperchen einnehmenden verschwinden nach Kurzem, um durch die Polkörperchen abgelöst zu werden; letztere bilden sich aber nicht aus den Kernen, sondern aus kleinen glänzenden Kugeln, welche frühzeitig neben den Kernen auftreten.

Die Entwickelung der Myxosporidien aus deren Sporen ist gänzlich unbekannt. Zwar behauptet LIEBERKÜHN von den in der Froschniere vegetirenden Myxosporidien, dass aus jeder entzwei geborstenen Spore eine kleine Amoebe hervorgeht und allmälig zur Myxosporidie heranwächst; die Richtigkeit dieser Beobachtung wurde jedoch durch keine neueren Forschungen bekräftigt, und beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse ist auch das nicht ausgeschlossen, dass die allgemein für Sporen gehaltenen eigenthümlichen Kapseln eigentlich mit der Fortpflanzung der Myxosporidien in keinerlei Beziehung stehen.

Die sogenannten *Miescher'schen Schläuche (Psorospermienschläuche)* oder *Rainey'schen Körper*[1] haben — nachdem sie im Jahre 1843 von MIESCHER in den Muskeln der Hausmaus waren entdeckt worden,[1] zahlreiche Forscher beschäftigt, und wurden bald für pathologische Bildungen (HESSLING, ROLOFF), bald für junge Cysticercen (RAINEY), bald für parasitische Pilze (SIEBOLD) oder gar für Chytridieen aus dem Genus Synchytrium (Synchytrium Miescherianum KÜHN), bald für mit Mundöffnung versehene (SCHMIDT) oder einer solchen entbehrende Ciliaten (RIVOLTA) angesprochen; derzeit werden sie auf LEUCKART's Initiative[2] meist sammt den Psorospermienkapseln für den Gregarinen verwandte Parasiten angesehen, obgleich, wie auch LEUCKART betont, das Verwandtschaftsverhältniss zur Zeit noch keineswegs für bewiesen erachtet werden kann.

Diese parasitischen Schläuche sind in den quergestreiften Muskelfasern verschiedener pflanzenfressender Säugethiere, den Trichinen gleich eingenistet und heute bereits aus sehr vielen Pflanzenfressern bekannt; beim Schwein sind sie so häufig, dass RIPPING ihr Vorkommen hier für constant hält, während sie von KÜHN in 98·5 Proc. der von ihm untersuchten Schweine gefunden wurden. Ihre Grösse ist meist mikroskopisch, oft aber auch sehr bedeutend; so wurden von mir in der Schlundmuskulatur der Büffel Schläuche von der riesigen Länge von 12 mm. bei einer Dicke von 5 bis 6 mm. gefunden.[3] Im befallenen Wirth kommen sie häufig in unzähliger Menge vor, so dass, wie LEUCKART bemerkt, zuweilen die Muskulatur zur Hälfte aus Psorospermienschläuchen zu bestehen scheint. Ob nun diese Parasiten für den Wirth unschädlich sind, wie LEUCKART behauptet, oder ob gewisse pathologische Erscheinungen, wie z. B. bei Wiederkäuern die Athemnoth oder gar der Erstickungstod durch die in der Rachenmuskulatur nistenden Parasiten verursacht werden, wie DAMMAN, LEISERING und NIEDERHÄUSER behaupten, muss noch durch weitere Untersuchungen entschieden werden.

Die spindelförmigen Schläuche sind im entwickelten Zustand von einer ziemlich derben und zähen Membran umschlossen, welche nach SZENTKIRÁLYI bei den grössten Schläuchen der Büffel ganz homogen erscheint. Bei jungen Schläuchen ist die

[1] Vgl. MANZ, Beitrag zur Kenntniss der MIESCHER'schen Schläuche. AMA. III. (1867) 345. — LEUCKART, Die Parasiten etc. II. Aufl. 1. Bd. (1879) 251. — BARANSKI, Oesterreichische Vierteljahrsschr. f. Veterinärkunde. 51. Bd. II. Hft. cit. bei SZENTKIRÁLYI. — SZENTKIRÁLYI A. A MIESCHER-féle tömlők. Kolozsvártt. 1880.

[1] Bericht über die Verhandlungen der Naturforsch. Gesellsch. zu Basel (1843) 143. Vgl. Histologische Mittheilungen. ZWZ. V. (1853) 189, und Zusatz von Prof. SIEBOLD ibid. 199.

[2] Die Parasiten etc. I. Aufl. I. Bd. 240.

[3] Orvos-Természettud. Értesítő, Kolozsvár, 1878. 31.

Membran fein quergestreift, wie die primitive Muskelfaser selbst, in welcher der Schlauch nistet. Die Membran älterer Schläuche wird von den meisten Forschern als aus radiär angeordneten Stäbchen bestehend geschildert, welche keinesfalls Cilien entsprechen können, wofür sie von Rainey und auch von neueren Forschern gehalten wurden. Es frägt sich aber, ob die Membran dem Schlauch selbst, oder aber der ihm zum Sitz dienenden, in Fibrillen zerfallenen Muskelfaser angehört. Virchow, Baranski, Szentkirályi u. A. bekennen die letztere, viele Forscher theilen mit Leuckart die erstere Ansicht.

Der Inhalt der Schläuche ist durch ein zartes Balkengerüst in polygonale Fächer eingetheilt, welche in jüngeren Schläuchen ausser stark lichtbrechenden Schölchen auch noch blasse, feingranulirte Protoplasma-Kugeln enthalten, die wieder ihrerseits, nach Manz,[1] je einen blassen Kern einschliessen und farblosen Blutzellen sehr ähnlich sehen; Szentkirályi erwähnt kern-, und membranlose, ferner ein- und vielkernige Protoplasma-Kugeln.[2] In älteren Schläuchen sind die Fächer mit nieren-, bohnen- oder sichelförmigen Körperchen angefüllt, welche in eine zarte Membran gehüllt im durchsichtigen Plasma einige oder mehrere fettglänzende Kügelchen, ferner nach Manz, auch noch einen centralen blassen Kern enthalten. Die Entwickelung der letzteren aus den, farblosen Blutzellen ähnlichen Kugeln wird von Manz folgendermassen geschildert: das Plasma der blassen Zellen zieht sich von der in diesem Entwickelungsstadium sehr gut zu unterscheidenden zarten Membran theilweise zurück, und wird beim Bersten der Membran als scharf contourirte, mit einem gut unterscheidbaren Kern versehene bohnenförmige Zelle frei. Hessling und Manz thun auch einer Quertheilung der bohnenförmigen Zellen Erwähnung; letzterer Forscher hat aber die Theilung nur an jungen Schläuchen beobachtet.

Nach Waldeyer[3] lassen sich an diesen bohnenförmigen Körperchen zweierlei Bewegungsarten unterscheiden: ein Hin- und Herdrehen um die Längsachse, und eine Annäherung der Pole; in *humor vitreus* dauert die Bewegung auch 2 Stunden lang fort, sie wurde jedoch von anderen Forschern nicht bestätigt.

Ueber das fernere Loos der bohnenförmigen Zellen, sowie über die Entwickelung der Miercher'schen Schläuche überhaupt ist uns gar nichts bekannt; die Fütterungsversuche von Leuckart und von Szentkirályi führten zu keinerlei positivem Ergebniss. Wenn diese parasitären mysteriösen Schläuche, beim heutigen sehr lückenhaften Stand unserer Kenntnisse trotzdem mit den Gregarinen in Verwandtschaft gestellt werden, so beruht das einzig auf der angenommenen Gleichwerthigkeit der bohnenförmigen Zellen mit den sichelförmigen Zellen der Gregarinen und Coccidien.

[1] Op. cit. 348.
[2] Op. cit. 6.
[3] Vgl. Szentkirályi, op. cit. 7.

2. *Rhizopoden.*

Während bei den Gregarinen bisher eine einzige Art von Fortpflanzung, nämlich die durch Sporen bekannt ist: wurde bei den Rhizopoden — obschon deren Vermehrung derzeit nichts weniger als hinlänglich bekannt angesehen werden darf — durch die neueren Forschungen mehrerlei Vermehrungsarten nachgewiesen. Ich muss jedoch gleich hier erwähnen, dass einzelne der von verschiedenen Forschern beschriebenen Fortpflanzungsarten höchst wahrscheinlich auf eine durch Parasiten erfolgte Infection zurückzuführen sind, gerade so, wie dies für einige sogenannte Fortpflanzungsarten bei den Flagellaten und Ciliaten der Fall ist.

Unter die zur Zeit bekannten und unbezweifelbaren Vermehrungsarten gehört die Theilung, die Sprossbildung, ferner die durch endogene Prolification erfolgende, bislang nur bei wenigen Rhizopoden beobachtete und ziemlich unvollkommen bekannte Vermehrung.

Manche Rhizopoden pflegen, im Begriff sich zu vermehren, sich einzukapseln, bei anderen fällt hingegen die Encystirung meist weg; bei den übrigen wurden Vermehrungscysten überhaupt nicht beobachtet.

Von Wichtigkeit ist der Umstand, dass die Brut vieler Rhizopoden eine Zeit lang als Geisselschwärmer lebt, woraus auf eine sehr nahe Verwandtschaft der Rhizopoden und Flagellaten, sowie, mit einer gewissen Berechtigung, auch auf die Abstammung der Rhizopoden von den Flagellaten gefolgert werden darf.

Ob auch die bei Rhizopoden häufig beobachtete Conjugation mit deren Fortpflanzung im Zusammenhang steht, kann wohl, gestützt auf den analogen Process der Ciliaten, für sehr wahrscheinlich angenommen, bei unseren heutigen unvollkommenen Kenntnissen aber nicht endgiltig entschieden werden. So

viel steht fest, dass zwischen den conjugirten Paaren keine Geschlechts-Unterschiede obwalten, und dass die von einigen Forschern beschriebenen kugel- und fadenförmigen kleinen Körperchen keinesfalls Samen-Zellen entsprechen. Uebrigens wird durch die weiter unten zu erörternden Untersuchungen von GRUBER über alle Zweifel erhoben, dass die bei den Monothalamien beschriebenen Conjugationszustände auf einen Process zurückzuführen sind, welcher mit gleichem Recht für Knospenbildung, wie für Theilung gehalten werden könnte.

Zur leichteren Uebersicht will ich die Fortpflanzung der Rhizopoden nach den einzelnen Gruppen erörtern, und werde zunächst der *Monothalamien* — als den relativ am vollkommensten Bekannten — gedenken; hieher zähle ich auch die Moneren mit lappigen und fingerförmigen Pseudopodien (Lobomonera), während ich die mit strahlenförmigen Pseudopodien (Rhizomonera) unter die Heliozoën einreihe.

a) Monothalamien.

Der durch ROESEL, den Entdecker der Amœbe, schon im vorigen Jahrhundert beobachtete einfache Theilungsprocess ist heut zu Tage bei vielen Monothalamien bekannt.

Die Durchschnürung des kernlosen Protoplasmaleibes wurde von HAECKEL bei mehreren Lobomoneren *(Protamoeba primitiva, Pr. agilis, Pr. Schultzeana)* beschrieben.[1] Eingehender ist die Theilung der *Amoeben* durch R. GREEFF und E. F. SCHULZE studirt worden; nach dem ersteren Forscher entsteht in der Mitte des Körpers der im feuchten Boden lebenden *Amoeba brevipes* eine Einschnürung, und der in die Theilunglinie gerückte granulirte Kern theilt sich mit dem Protoplasma zugleich in zwei Theile.[2] Nach den von SCHULZE an einer marinen Amœbe (der mit der in Süsswasser lebenden *Amoeba radiosa Ehrb.* wahrscheinlich identischen *A. polypodia M. Schultze)* angestellten Beobachtungen würde aber die Kerntheilung der Entzweischnürung des Plasmas vorangehen.[3] SOROKIN beschrieb unter dem Namen *Gloidium quadrifidum* ein amœbenartiges Moner, welches durch zwei sich regelmässig

[1] Studien über Moneren. Leipzig 1870.

[2] Ueber einige in der Erde lebende Amœben etc., AMA. II. (1866) 321.

[3] Rhizopodenstudien. AMA. XI. (1875) 592.

kreuzende Einschnürungen gleichzeitig in vier Theile zerfällt.[1]

Die mit Schalen versehenen Monothalamien pflegen sich nur selten sammt der Schale zu theilen. Eine solche Theilung wurde von CIENKOWSKI bei *Gromia (Lieberkühnia) paludosa*[2] und bei *Lecythium hyalinum*[3] beobachtet. Bei letzterem erfolgt die Theilung nach der Längsachse und die eine Theilungshälfte behält den alten Kern, während sich in der anderen Hälfte ein neuer Kern bilden soll; dagegen erfolgt bei ersterer, in deren schaumigem Plasma CIENKOWSKI keinen Kern nachweisen konnte, die Theilung in der Querachse.

Bei der mit den soeben besprochenen Süsswasser-Monothalamien sehr nahe verwandten *Mikrogromia socialis* geht die Theilung, nach den Untersuchungen von HERTWIG[4] und CIENKOWSKI[5] innerhalb der Schale vor sich, und zwar nach HERTWIG constant transversal, nach CIENKOWSKI bald als Längs- bald als Quertheilung. Der Theilung des Protoplasmaleibes geht offenbar eine Zweitheilung des bläschenartigen Kernes voran, wenigstens geschieht bei HERTWIG auch eines zweikernigen Individuums Erwähnung, bei welchem das Plasma noch nicht in die Theilung eingetreten war; dem gegenüber soll nach CIENKOWSKI der Kern der einen Theilungshälfte sich unabhängig von dem in der anderen Hälfte verbleibenden alten Kern bilden. Die vordere (HERTWIG) oder die hintere Theilungshälfte (CIENKOWSKI) dringt unter amoebenartigen Gestaltveränderungen aus der Schale hervor, nimmt eine Eiform an, und aus dem kernhaltigen Körperende wachsen zwei feine Geisselfäden heraus, mit deren Hilfe der, im hinteren Körperende 1 bis 2 pulsirende Vacuolen enthaltende Schwärmer sich um die Längsachse dreht und rasch vorwärts schwimmt, um, nachdem der Schwärmzustand eine Zeit lang gedauert hat, zur Ruhe zu gelangen und sich in eine dem Theilungspaare ähnliche Monothalamie zu verwandeln. Der die Mutterschale verlassende Theilungssprössling wird aber nicht immer zum Schwärmer, er kann vielmehr anstatt der Geisselfäden feine Pseudopodien aussenden, und vermittelst dieser eine

[1] Ueber Gloidium quadrifidum. Morph. Jahrb. IV. Bd. (1878) 399.

[2] Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 33.

[3] Diss. cit. 39.

[4] Ueber Mikrogromia socialis etc. AMA. X. Supplementb. (1874) 20.

[5] Diss. cit. 36.

Zeit lang in Actinophrys-Form umherkriechen. Die Substituirung der Schwärmer durch eine actinophrysartige Brut darf uns — wie Hertwig mit Recht bemerkt — nicht überraschen, da — wie oben bereits betont wurde — die Cilienbewegung blos eine Modification der amoeboiden bildet, die Cilien resp. Geisselfäden nur modificirte Pseudopodien und in der Bewegung von diesen blos an Geschwindigkeit und Energie verschieden sind.

Ausser der Theilung ist uns von den schalenbewohnenden Monothalamien auch eine Knospenbildung bekannt; bei dieser Art der Fortpflanzung wächst das Protoplasma aus der Schalenöffnung gewissermassen heraus, und aus diesem Theil sprosst dann die junge Brut Knospen gleich hervor. Beobachtet wurden solche Vorgänge zuerst von Schneider,[1] und neuerdings von Cienkowski bei der von ihm mit vollem Recht aus dem Genus Difflugia ausgeschiedenen *Chlamydophrys stercoracea (= Difflugia Enchelys Ehrb.)*,[2] ferner von mir bei *Plectophrys prolifera*.[3]

Knospenbildung und Theilung wird gewissermassen durch die vor Kurzem von Gruber bei *Euglypha alveolata* und einigen anderen Monothalamien beschriebene [4] Fortpflanzung vermittelt, welche wahrscheinlich die häufigste Art von Fortpflanzung der beschalten Monothalanien bildet. Diesen Untersuchungen von Gruber muss nicht nur darum eine grosse Wichtigkeit zugeschrieben werden, weil sie sich auf Monothalamien beziehen, deren Fortpflanzungsart bisher unbekannt war, und weil durch dieselben ein unzählige Male beobachteter, aber meist irrthümlich ausgelegter Process der richtigen Deutung theilhaftig ward, sondern insbesondere auch darum, weil durch dieselben im Verlauf der Theilung am Kern der Monothalamien ähnliche feinere Structurveränderungen nachgewiesen wurden, wie jene, welche an den Kernen in Theilung begriffener Thier- und Pflanzenzellen beobachtet wurden.

Es ist schon seit Langem bekannt, dass die beschalten Monothalamien gelegentlich paarweise, mit eng aneinander geschmiegter Schalenmündung anzutreffen sind. Leclerc, der Entdecker der Difflugien, hat bereits im Jahre 1815 solche *Difflugien* abgebildet, welche er als in Paarung begriffen ansah,[1] und paarweise zusammenhängende Rhizopoden werden von allen Forschern, welche die Monothalamien behandeln (Carter, Archer, E. F. Schulze, R. Hertwig und Lesser) erwähnt. Diese scheinbare Vereinigung wurde von den meisten Forschern für Conjugation gedeutet, nur die paarig zusammenhängenden *Arcellen* erfuhren eine andere Deutung. Nach Claparède und Lachmann sollen die *Arcellen* anstatt der enge gewordenen alten Schale sich eine neue bereiten, und würden sich in dieser Weise mehrere Male im Leben häuten. Zu Beginn dieses Processes sollen die Arcellen — nach der von Claparède und Lachmann gelieferten Beschreibung[2] — aus der alten Schale beinahe ganz herauskriechen, wobei der Leib vor der Oeffnung eine grosse Sarcodemasse bildet, welche an ihrer Oberfläche eine neue Schale absondert. In diesem Zustand werden zwei, mit der Schalenmündung an einander geschmiegte Arcellen beobachtet, die eine mit einer dicken, dunkelgefärbten, die andere mit einer dünnen, ganz farblosen erst später sich bräunenden Schale; erstere ist die alte, letztere die neue Schale. Dabei zieht sich die Arcelle abwechselnd von einer Schale in die andere, bleibt aber mit einem Theil des Leibes in der alten, und übersiedelt erst dann für immer in die neue Schale, wenn diese eine gehörige Festigkeit erlangt hat. Hertwig und Lesser haben bei der Arcelle den nämlichen Process beobachtet und nachgewiesen, dass derselbe nicht mit der vollständigen Uebersiedelung des Arcellen-Leibes in die neue Schale, sondern mit der Theilung des Rhizopoden abschliesst; der ganze Process würde daher keiner Häutung, sondern einer Theilung oder Knospenbildung entsprechen,[3] was übrigens von Schneider vermuthungsweise schon längst ausgesprochen wurde.[4]

Nach Gruber geht die Fortpflanzung von *Euglypha alveolata* in folgender Weise vor sich:

Bereits vor Beginn der Fortpflanzung entstehen im Plasma der Euglyphen, seitlich neben dem Kern,

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien AAP. 1854.
[2] Diss. cit. 42.
[3] Ueber die im Salzsee zu Szamosfalva lebenden Rhizopoden. Természetrajzi Füzetek, Bd. I. (1877) 162. (ungarisch).
[4] Fortpflanzung bei Euglypha alveolata. Zoolog. Anz. Nr. 70. (1880) 582. Ausführlich: Der Theilungsvorgang bei Euglypha alveolata. ZWZ. 35. (1881) 431. Ferner: Die Theilung der monothalamen Rhizopoden. ZWZ. 36. (1881) 101.

[1] Vgl. Cohn, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. IV. (1853) 261.
[2] Etudes. II. 445.
[3] Op. cit. 99.
[4] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 206.

den die Schalen der Euglyphen bildenden ähnliche Kieselplättchen, deren Vorkommen im Plasma der Euglyphen und verwandten Monothalamien durch alle neueren Forscher beobachtet wurde. An solchen Individuen beginnt der eigentliche Fortpflanzungsprocess mit dem Hervorsprossen einer Protoplasmaknospe aus der Oeffnung der Schale; nach kurzer Zeit erreicht dieser Sprössling Gestalt und Grösse der in der Schale verbliebenen Plasmapartie, wobei die bereits vorgebildeten Kieselplättchen auf die Oberfläche des Sprösslings hinüberwandern und hier durch regelmässige Anordnung eine neue Schale bilden. Auf diesem Stadium liefern die zwei Individuen in der That das Bild der Conjugation.

Der Kern tritt im Sprössling erst nachdem dieser zur vollen Grösse gelangt ist auf und wird aus dem Mutterkern durch Abschnürung gebildet. Der Kern der in Fortpflanzung begriffenen Euglyphen wird grösser, verwandelt sich zu einer homogenen, blassen Kugel, in welcher feine Körnchen, dann verworrene Streifen auftreten, wie nach den Untersuchungen von Flemming und Strasburger im Kern der zur Theilung sich anschickenden Thier- und Pflanzenzellen *(«Knäuelform»)*; diesem folgt die Streckung des Kerns nach der Längsachse des Protisten, wobei die von den beiden Kernpolen zum Aequator hinziehenden meridionalen Streifen immer deutlicher hervortreten: aus dem Kern hat sich die charakteristische sogenannte *Kernspindel* entwickelt. Endlich wird der Kern so lang gestreckt, dass er durch den ganzen Euglyphenleib reicht, worauf er sich nach der Quere in zwei gleiche Hälften abschnürt, wovon die eine in den Sprössling, die andere in den Hintertheil der Mutterzelle sich zurückzieht. Hierauf verlieren beide Kerne ihre Streifung und verblassen beinahe bis zur Unkenntlichkeit; gleichzeitig beginnt eine das Plasma beider Individuen durchziehende, kreisförmige Strömung, welche nach beiläufig einer halben Stunde aufhört. Darauf werden wieder beide Kerne in der regelmässigen Bläschenform sichtbar und zum Schluss trennen sich beide Individuen.

Ganz in der beschriebenen Weise geht, nach Gruber, die Fortpflanzung auch bei *Cyphoderia* vor sich, und die Annahme wird gewiss begründet erscheinen, dass die an den Schalenöffnungen mit einander zusammenhängend angetroffenen Paare, sowie bei Euglypha und Cyphoderia, auch bei anderen Monothalamien, wenn auch nicht immer wie Gruber anzunehmen scheint, so doch in den meisten Fällen, nicht in Conjugation sondern in Fortpflanzung begriffen sind.

Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse würde man aber irren, wollte man auf die Gruber'sche Entdeckung hin bei den Monothalamien die Existenz eines Conjugationsprocesses überhaupt in Abrede stellen; denn sieht man auch von mehreren, nicht ganz verlässlichen Beobachtungen ab, wo nämlich der Conjugationsvorgang nicht vom Anfang bis zu Ende Schritt für Schritt verfolgt wurde: so kann nach den Beobachtungen von Bütschli bei den Monothalamien eine wirkliche Conjugation nicht bezweifelt werden, da es dem genannten Forscher gelang, die Conjugation bei *Arcella vulgaris* vom Beginn bis zur Trennung der Conjugirten zwei, seltener drei Individuen ununterbrochen zu verfolgen.[1] Desgleichen konnte Gabriel den Conjugationsprocess bei *Platoum (Troglodytes Gabr.) zoster* von Anfang bis zu Ende beobachten.[2]

Durch die soeben erwähnten Untersuchungen von Bütschli wurde eine neue Fortpflanzungsart der *Arcella vulgaris* bekannt. Bei den streng isolirt gehaltenen Arcellen erschienen an der Oberfläche des Plasmaleibes 1 bis 2 Tage nach beendigter Conjugation etwa 8 bis 10 mit Vacuolen und Kernen versehene kleine Amœben, und krochen hier an der von der Schale retrahirten Oberfläche des Arcellenleibes unter lebhaften Gestaltveränderungen umher; dieselben waren wahrscheinlich durch Knospenbildung aus dem Mutterplasma entstanden. Einmal gelang es Bütschli auch das Auskriechen der kleinen Amœben durch die Schalenöffnung zu beobachten. Aus diesen Beobachtungen lässt sich folgern, dass durch die Conjugation eine raschere Fortpflanzung durch eine zahlreichere Brut erzielt wird; es darf ferner angenommen werden, dass sich die junge Generation von kleinen Amœben durch Absonderung von Schalen zu Arcellen umwandelt.

Diese Annahme wird auch durch die Untersuchungen von Buck[3] unterstützt, obschon der letztere Forscher ausdrücklich betont, dass der Generation von kleinen Amœben eine Conjugation nicht vorangegangen war. Buck nimmt an, dass die — wie auch Carter hervorhebt, ursprünglich in Zweizahl vor-

[1] Zur Kenntniss der Fortpflanzung bei Arcella vulgaris. AMA. XI. (1875) 459.

[2] Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwickelung der Portozoën. MJ. I. (1876) 543.

[3] Einige Rhizopodenstudien. ZWZ. XXX. (1877) 4.

handenen Kerne der Arcellen Zellen entsprechen, welche durch Theilung sich vermehrend häufig das ganze Plasma der Arcelle verbrauchen und zu einem aus Kügelchen bestehenden morulaförmigen Haufen verwandeln. Diese zahlreichen Tochterzellen dienen zur Fortpflanzung, indem sie entweder nach längerer Ruhe sich weiter entwickelnde Sporen bilden, oder sich unmittelbar in die bereits von Bütschli beschriebenen kleinen Amœben umwandeln, welche die Mutterschale verlassen, eine Zeitlang als Amœben leben und auch durch Theilung sich vermehren; später sondern sie eine zarte Schale ab und entwickeln sich durch die schon von Dujardin [1] nicht für einen selbständigen Rhizopoden, sondern für eine junge Arcelle angesprochene *Pseudochlamys Patella-Form* zu Arcellen. Auf welche Art immer aber die weitere Entwickelung der kleinen Amœben sich gestalten mag, so scheint die Fortpflanzung der Arcellen vermittelst einer kleinen Amœbengeneration doch sicher.

Die durch eine äusserst winzige Generation von Amœben erfolgende Fortpflanzung kommt nach Greeff auch bei anderen Rhizopoden, namentlich bei *Amoeba terricola* [2] und der riesigen, bis 2 mm. grossen *Pelomyxa palustris* [3] vor; bei beiden sollen sich die Fortpflanzungskörperchen aus den Kernen bilden, weshalb auch Greeff den Kern direct als Fortpflanzungsorgan ansieht.

Im einzigen grossen Kern von *Amoeba terricola* entstehen kugelige Körperchen, welche, nach dem Zerfall des Kerns in diese Kügelchen, in das Plasma der Amoebe und von hier, wie Greeff meint, ins Freie gelangen, wo sie sich in äusserst kleine Amoeben umwandeln, an welchen trotz ihrer winzigen Grösse, die Charaktere von Amoeba terricola bereits zu erkennen sind.

Auch in den zahlreichen Kernen von *Pelomyxa palustris* werden, nach den Untersuchungen von Greeff, zahlreiche kugelige Körperchen gebildet, welche beim Platzen des Mutterkerns in das Protoplasma gelangt hier durch Theilung sich noch weiter vermehren; Greeff nennt sie wegen der starken Lichtbrechung *Glanzkörper*. Aus eizelnen contrahirten Pelomyxen sah Greeff mit je einem Kern und einer pulsirenden Vacuole versehene Amoeben sehr zahlreich ausschwärmen, welche, gleich der Amoebenbrut der Arcellen, der *Amoeba Limax* ähnlich sehen und nach Greeff aus den soeben erwähnten Glanzkörpern hervorgegangen sind. Am sonderbarsten ist, dass diese winzigen Amoeben, die Amoebenform nur eine kurze Zeit hindurch behalten; nachdem das fliessende Umherkriechen etwa eine halbe Stunde lang gedauert, contrahiren sich dieselben zu Kugeln senden dann einen langen dünnen Geisselfaden aus und beginnen in der Form von Flagellaten zu schwärmen.

Wie aus diesen Schwärmern — vorausgesetzt dass sie wirklich dem Entwickelungsgang von Pelomyxa angehören — die riesigen Pelomyxen sich entwickeln, darüber liefern die Greeff'schen Untersuchungen keinerlei Aufklärung.

Nach Bütschli, der zu Untersuchungen an der interessanten Pelomyxa gleichfals Gelegenheit hatte, werden aus den Glanzkörpern kugelige oder polygonale, zuweilen ganz regelmässig hexagonale dickwandige Sporen gebildet, in welchen eine die Schale nicht ganz ausfüllende Protoplasmakugel, und in dieser wieder ein deutlicher Kern sich befindet. Die Entwickelung von Amoeben aus diesen Sporen hat Bütschli nicht beobachtet und konnte sich auch von der Entwickelung der Glanzkörper aus den in den Pelomyxakernen enthaltenen Kugeln nicht überzeugen, was er übrigens nicht einmal für wahrscheinlich hält.[1]

Während Bütschli für die ursprüngliche Entstehung der Fortpflanzungskörperchen von Polemyxa aus den Kernen nicht den geringsten Grund finden konnte, und mit Hertwig [2] — gestützt auf die derzeitigen Kenntnisse über Entwickelung — die Anschauung, wonach die Rhizopodenkerne Fortpflanzungsorganen entsprechen würden, entschieden verwirft: [3] scheinen die Untersuchungen von Carter und Wallich [4] die Greeff'sche Ansicht zu unterstützen. Beide Forscher beschreiben die in den Kernen der Amoeben und einiger beschalter Monothalamien entstehenden kleinen Kügelchen («*granuliferous cells*»,

[1] Hist. nat. des Infusoires. Paris. (1841) Pl. II. fig. 5.

[2] Ueber einige in der Erde lebende Amœben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866) 312.

[3] Pelomyxa palustris (Pelobius), ein amœbenartiger Organismus des süssen Wassers. AMA. X. (1874) 51.

[1] Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. (1876) 362.

[2] Ueber Mikrogromia etc. 17.

[3] Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge etc. 362.

[4] Vgl. Bütschli, Bronn's Class. und Orgn. etc. 157.

Carter) und halten dieselben bald für Befruchtungs- (Carter), bald für Fortpflanzungskörperchen. Doch sind die Untersuchungen beider Forscher viel zu unvollkommen, als dass sie uns überzeugen könnten, dass Kernkügelchen in der That zur Fortpflanzung dienen. Für mein Theil halte ich, wie bereits oben betont, die aus dem Kern ausschwärmenden kugeligen Keime für Parasiten, was übrigens für die in den Kernen der Arcellen auftretenden Keime auch von Buck[1] entschieden behauptet wird.

Es wurde bereits oben erwähnt, dass Gabriel bei einer in feuchter Erde lebenden Monothalamie — welche er *Troglodytes Zoster* nennt, die man aber, Bütschli[2] folgend, mit Recht in das von F. E. Schulze schon früher aufgestellte Genus *Platoum*[3] einreihen kann — den Conjugationsprocess beobachtet hat; hierauf zurückgreifend, kann ich die eigenthümliche, bisher ganz allein dastehende Fortpflanzungsart dieser Monothalamie nicht unerwähnt lassen. Im Plasma der nach stattgefundener Conjugation wieder getrennten Paare entstehen, nach Verschwinden der um den Kern bestandenen dunklen Körnchenzone, zahlreiche eine Zeit lang lebhaft wimmelnde und nach Gabriel die Befruchtung vollziehende kleine Kügelchen. Hierauf verwandelt sich das ganze Plasma, in welchem kein Kern mehr zu unterscheiden ist, in eine gleichmässig fein granulirte «*Keimsubstanz*», welche von Gabriel, wegen der an Chagrinpapier erinnernden Granulirung, als «*Chagrin*» bezeichnet wird. Später zerfällt das Chagrin in einzelne Brocken, diese wieder in kleine Körperchen, aus welchen monadenförmige Geisselschwärmer (*Monostigma-Form* wegen der einzigen Vacuole) hervorgehen. Letztere conjugiren sich der länge nach zu Zweien, darauf verschmelzen sie (*Distigma-Form*, wegen der, auch nach der Verschmelzung getrennt persistirenden Vacuolen der zwei conjugirten Schwärmer) und verwandeln sich endlich nach Verlust der Geisselfäden zu Platoen (Troglodyten).

Zum Schluss wäre noch hervorzuheben, dass beim heutigen Stand unserer Kenntnisse über den Zusammenhang der von zahlreichen Forschern bei den Monothalamien beobachteten Encystirung mit der Fortpflanzung, nichts Bestimmtes bekannt ist.

[1] Diss. cit. 17.

[2] Bronn's Class. und Ord. d. Thierreichs. I. Bd. Neue Bearb. Leipzig. (1880) 155 und 161.

[3] Rhizopodenstudien. III. AMA. XI. (1875) 115.

Wirft man nach alldem einen Rückblick auf das von der Fortpflanzung der Monothalamien Gesagte, so gelangt man zu dem Endergebniss, dass nur die Fortpflanzung durch Theilung und Knospenbildung mit voller Sicherheit bekannt ist; also blos die bei Thier- und Pflanzenzellen bestehenden Fortpflanzungsarten sind als bestimmt existirend erkannt. Alle übrigen Fortpflanzungsarten erheischen unbedingt ein weiteres eingehendes Studium.

b) *Polythalamien.*

Ueber die Fortpflanzung der Polythalamien stehen uns blos einige fragmentarische Beobachtungen zur Verfügung, aus welchen nur so viel mit Bestimmtheit hervorgeht, dass im Inneren der einzelnen Kammern auf eine noch nicht näher bekannte Weise eine mit weniger Kammern als die Mutter-Polythalamie versehene dünnschalige Brut entsteht.

Die erste sichere Angabe über die Fortpflanzung der Polythalamien haben wir Gervais zu verdanken, nach dessen, an den *Milioliden* angestellten Beobachtungen der Fortpflanzung eine Begattung (Conjugation) vorangeht, und die im Inneren des Mutter-Rhizopoden entwickelte neue Generation, mit Schalen versehen lebend geboren wird.[1]

Die Richtigkeit der Gervais'schen Beobachtungen wurde von Max Schultze, dessen Untersuchungen über die Polythalamien[2] bisher die vollständigsten sind, bestätigt. Schultze hat die Fortpflanzung bei der zu den Milioliden gehörigen *Triloculina* und bei einer *Rotalia* beobachtet. Bei beiden kamen im Inneren der Fächer 30 bis 40 junge Polythalamien zur Entwickelung. Ob die junge Brut durch Bersten der Mutterschale oder durch die vorhandene Schalenöffnung ins Freie gelangt, ferner ob das mütterliche Plasma vollständig aufgebraucht wird, oder nicht, endlich die wichtige Frage, in welcher Weise sich die jungen Polythalamien innerhalb der Fächer entwickeln, — alle diese Fragen harren nicht nur nach den Schultze'schen, sondern auch nach den neueren Beobachtungen von Wright, Reuss, Carpenter und

[1] Sur un point de la physiologie des Foraminifères. CR. (1847) 467.

[2] Beobachtungen über die Fortpflanzung der Polythalamien. AAP. (1856) 165. und: Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien und Bemerkungen über die Organisation und Fortpflanzung der Polythalamien. AN. 26. Jahrg. (1860) 287.

Parker, sowie Semper[1] noch immer der Lösung. Eine Conjugation wurde weder von Schultze, noch auch von den neueren Forschern gesehen, dieselbe dürfte daher der Fortpflanzung nicht unbedingt vorangehen, wie dies von Gervais behauptet wurde.

Ein amerikanischer Forscher, Pourtales, machte im Jahre 1858 zuerst von der interessanten Beobachtung Mittheilung, dass die nicht in Kammern getheilten *Orbulinen* häufig polythalame *Globigerinen* einschliessen; dieselbe Beobachtung wurde unabhängig von Pourtales auch von Krohn gemacht.[2] Schultze und nach ihm Andere geben dieser Beobachtung die Erklärung, dass die zu einer gewissen Grösse angewachsene letzte Kammer bei den Globigerinen, gleich den Proglottiden der Taenien, sich lostrennt, als Orbulina-Form ein selbstständiges Leben führt, um zur Mutter einer polythalamen Globigerinen-Generation zu werden. Nach der Auffassung Major Owen's, welcher sich auch Macdonald, Alcock und Brady anschlossen,[3] würden hingegen die Globigerinen einschliessenden Orbulinen in der Weise entstehen, dass an der gewöhnlichen Globigerine eine überaus grosse Endkammer hervorsprosst, welche alle übrigen Kammern überwuchert und in sich einverleibt. Weitere Untersuchungen sind berufen zu entscheiden, welche von diesen Auffassungen der Wahrheit entspricht.

Es muss hier noch der Ehrenberg'schen Ansicht gedacht werden, nach welcher sich die Polythalamien durch Eier fortpflanzen sollen. Kugelige Körperchen, welche leicht für Eier zu halten wären, hat auch Dujardin in den Kammern einiger *Rotaliden* beobachtet;[4] dieselben Körperchen sah auch Schultze in den Rotaliden; nach seinen Untersuchungen spricht aber Nichts für die Ansicht, dass diese aus moleculären Körnchen bestehenden Körperchen, welche selbst durch die concentrirtesten Säuren und Alkalien nicht gelöst werden, Eiern entsprechen. Neuerdings beschrieb Carpenter kugel- oder eiförmige, zuweilen auch in Theilung begriffene hartschalige Körperchen aus den oberflächlich gelegenen Kammern des *Orbitulites*, welche er geneigt ist für Fortpflanzungszellen zu halten; allein nach Moseley sollen diese, im lebenden Zustand grünen Körperchen nichts Anderes, als eingewanderte einzellige Algen sein;[1] sie wären daher mit den von uns weiter oben als Pseudochlorophyll-Körperchen benannten Körpern identisch.

Aus Alledem geht hervor, dass bei den Polythalamien derzeit blos eine Fortpflanzungsart bekannt ist, welche durch innere Sprösslinge erfolgt, deren Entwickelung aber nicht näher bekannt ist; wollte man dieselbe mit einer von den bei Monothalamien bekannten Fortpflanzungsarten in Beziehung bringen, so könnte mit Bütschli[2] blos an die Fortpflanzung der Arcellen durch eine amœbenartige innere Brut gedacht werden.

c) *Holiozoën.*

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die gewöhnlichste Fortpflanzungsart der Protisten, nämlich die einfache Zweitheilung, auch bei den Heliozoën allgemein vorkommt, obschon die Theilung bei nicht encystirten Holiozoën bisher blos an einigen Arten beobachtet wurde, so an *Actinosphaerium Eichhornii*, an *Acanthocystis turfacea* und *A. aculcata*, an *Actinolophus pedunculatus* und an *Clathrulina elegans*;[3] über die Details des Theilungsprocesses, namentlich über das Verhalten des Kernes während der Theilung ist uns so viel wie gar Nichts bekannt. Interessant ist die von Haeckel an *Actinosphaerium* und an zwei *Rhizomoneren*, nämlich *Protomyxa* und *Myxastrum* angestellte Beobachtung, wonach bei einer künstlichen Zerstückelung dieser Rhizopoden jedes Stück selbstständig weiter lebt;[4] dasselbe beobachtete Greeff ausser an *Actinosphaerium* auch noch an dem bereits oben erwähnten amœbenartigen Rhizopoden, der Pelomyxa.[5]

Viele Heliozoën encystiren sich, indem sie sich

[1] Vgl. Bütschli, Bronn's Class. u. Ordn. etc. 141.
[2] Vgl. Schultze, Die Gattung Cornuspira etc. 295.
[3] Bütschli, Bronn's Class. und Ordn. etc. 69 und 141.
[4] M. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien. 26.

[1] Bütschli, Bronn's Class. u. Ordn. etc. 139.
[2] Op. cit. 142.
[3] Vgl. R. Greeff, Ueber Actinophrys Eichhornii, etc. AMA. III. (1867) 396. — Derselbe: Die Radiolarien und radiolarienartigen Rhizopoden des süssen Wassers. AMA. XI. (1875) 1. — Cienkowski, Ueber Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311. — F. E. Schulze, Rhizopodenstudien I. AMA. X. (1874) 328. — Derselbe: Rhizopodenstudien II. ibidem 377. — R. Hertwig und E. Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. AMA. X. Bd. Supplementheft. (1874) 35. — R. Hertwig, Ueber den Bau und die Entwickelung der Heliozoën. JZ. f. Naturwissenschaft. XI. (1877) 331.
[4] Studien über Moneren. 34.
[5] Diss. cit. AMA. III. 396.

zum Theilen anschicken; hierher gehören, unter den von uns zu den Heliozoën gerechneten Rhizomoneren, die *Vampyrellen,* welche, wie bereits aus den Untersuchungen von Lüders,[1] hauptsächlich aber von Cienkowski[2] und von Haeckel[3] bekannt ist in vier gleiche Partien getheilt ihre Cysten verlassen.

Einen im encystirten Zustand sich vollziehenden Theilungsprocess beschrieb ausserdem Cienkowski[4] bei *Actinophrys Sol*; ferner ebenfalls Cienkowski,[5] Schneider[6] und E. F. Schulze[7] bei *Actinosphaerium Eichhornii.* Letzterer ist in den Details einer der interessantesten Fortpflanzungsvorgänge bei den Protisten.

Actinophrys Sol sondert, nachdem sie ihre strahligen Pseudopodien eingezogen hat, eine scharf contourirte Cyste ab; das Rindenplasma verliert die schaumige Structur, das Entoplasma aber verdichtet sich zu einer, von dem veränderten Ectoplasma als einer hellen Zone umgebenen dunklen Kugel. Einige Stunden nach erfolgter Encystirung theilt sich die (offenbar dem kernhaltigen Entoplasma entsprechende) innere compacte Plasmakugel in zwei Tochterkugeln, deren jede für sich eine runzlige, mit nach innen gekehrten knopfartigen Erhöhungen bedeckte Cyste absondert. Inzwischen ist die gemeinsame äussere Hülle verschwunden, und auch von der aus der schaumigen Schicht des Ectoplasmas herstammenden hellen Zone sind nur einige Körnchen zurückgeblieben. Nach längerer Ruhe sieht man die Hülle dieser Cysten anschwellen und zum Schluss sich auflösen, wo dann die blos aus einem Theil des Plasmaleibes (dem Entoplasma) des mütterlichen Protisten gebildete Actinphorys zu activem Leben erwacht.

Auch bei den *Actinosphaerien* beginnt die Eincystirung damit, dass sich das Entoplasma — nachdem die Pseudopodien eingezogen wurden — bedeutend verdichtet und seine schaumige Structur vollständig verliert, während sich auch im Ectoplasma die Vacuolen verkleinern. Hierauf wird an der ganzen Oberfläche eine geschichtete, schleimig-gelatinöse Cyste abgesondert, innerhalb welcher der Actinosphaerien Leib durch regelmässig wiederholte Theilungen — wie bei der regulären holoblastischen Eitheilung — beiläufig in 10 bis 30 Theile zerfällt. Das Endergebniss des Theilungsprocesses ist, dass die je einen einzigen Kern einschliessenden Theilungs-Sprösslinge eine dicke, an der äusseren Oberfläche rauhe und am Durchschnittsbild meist sechseckige Kieselschale absondern.

Nach Schulze nimmt die Zahl der Kerne der Actinosphaerien vor Beginn der Theilung zusehends ab; von 100 und mehr Kernen bleiben blos ca. 20 bis 30 zurück, doch gelang es ihm nicht zu entscheiden, ob die Abnahme durch Verschmelzung mehrerer, oder aber durch eine einfache Auflösung eines Theils der Kerne bedingt ist.

Dem gegenüber soll die Verminderung der Kerne nach den Untersuchungen von Schneider auf folgende Weise vor sich gehen. Das Plasma theilt sich in mehrere Kugeln, welche nicht einen, sondern mehrere, ca. 8 bis 10 Kerne enthalten, und sich zu je zweien mit einer zarten Hülle umgeben, innerhalb welcher jede polynucleäre Kugel ihre eigene Kieselschale absondert, nach deren Entwickelung die gemeinsame zarte Hülle verschwindet. In diesem vielkernigen Zustand verblieben die encystirten Theilungssprösslinge vom Juli bis December, worauf die zahlreichen kleinen Kerne zu einem einzigen, grossen Kern verschmolzen (*Eizustand* nach Schneider). Im Mai zerfielen endlich die Kieselschalen und aus jeder kam je ein, wieder mit zahlreicheren Kernen versehenes Actinosphaerium hervor.

Gestützt auf diese Beobachtungen entwirft Schneider von der Fortpflanzung und Entwickelnng des Actinosphaerium folgendes Bild: «Aus dem einkernigen in der Kieselcyste eingeschlossenen Ei geht durch einen Furchungsprocess des Kernes eine vielkernige Actinophrys hervor. Diese wächst, ernährt sich und begattet sich durch Aneinanderlegen mit anderen Individuen, dann theilt sie sich, wie durch die Beobachtungen Lieberkühn's, Stein's und Cienkowski's bekannt ist, während des freien Lebens. Schliesslich theilt sie sich in einer anderen Weise, indem alle Fortsätze eingezogen werden und die Theilproducte eine kieselhältige Cyste erhalten. In

[1] Einige Bemerkungen über Diatomeen-Cysten und Diatomeen-Schwärmsporen. Bot. Zeitung. 18. Jahrg. 1860. Nro 48. S. 377.

[2] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. Bd. (1865) 218. und: Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. Bd. (1876) 24.

[3] Studien über Moneren und andere Protisten, 1870. 163.

[4] Diss. cit. AMA. I. 227.

[5] Diss. cit. 229.

[6] Zur Kenntniss der Radiolarien. ZWZ. XXI. (1871) 507. Ferner: Bemerkungen zur Entwickelungsgeschichte der Radiolarien. ZWZ. XXIV. (1874) 579.

[7] Rhizopodenstudien I. AMA. X. (1874) 342.

derselben findet nun der eigentliche Befruchtungsact durch Conjugation der Kerne statt, aus der die entwicklungsfähige Eizelle hervorgeht.»[1]

Dieser Ansicht gegenüber muss hervorgehoben werden, dass das Zustandekommen des einzigen Kerns der «Eizelle», durch Verschmelzen mehrerer Kerne von Schneider nicht direct beobachtet, sondern blos gefolgert wurde, weshalb die Bildung der «Eizellen» durch eine Art Befruchtungsprocess nicht für nachgewiesen betrachtet werden kann. Es ist ferner zu bemerken, dass die Conjugation und ein vorübergehendes oder bleibendes Verschmelzen wohl zu unzähligen Malen bei den Actinosphaerien beobachtet wurde, ja dass es sogar Cienkowski[2] gelang, durch Abschneiden einzelner Kugelsegmente die einander genäherten Actinosphaerien auch künstlich zu zweien bis zu fünfen zum Verschmelzen zu bringen: trotzdem ist aber nichts darüber bekannt, in welche näheren Beziehungen das Plasma, eventuell auch die Kerne der conjugirten Individuen während der Conjugation zu einander treten, weshalb man auch nicht berechtigt ist diesen Process geradezu für eine *Begattung* zu halten. Endlich verdient hervorgehoben zu werden, dass die Abstammung der zahlreichen Kerne der die Kieselschalen verlassenden jungen Actinosphaerien von dem einzigen Kern der «Eizelle» durch Furchung auch von Schneider nur gemuthmasst wird, aber nicht mit Gewissheit beobachtet werden konnte.

Nach Schulze sind, wie erwähnt, die Theilungssprösslinge vom Anfang an einkernig und verlassen die Kieselschale in einer mit dem constant einkernigen *Actinophrys Sol* vollkommen übereinstimmenden Form, während die zahlreichen Kerne erst später während des freien Lebens, auf eine nicht näher bekannte Weise zu Stande kommen. Wie die theilweise abweichenden Ergebnisse der beiden Forscher mit einander in Einklang zu bringen sind, dürften erst weitere Forschungen entscheiden; einstweilen ist nur so viel als gewiss bekannt, dass die mit harten Kieselschalen versehenen Theilungssprösslinge der Actinosphaerien nach längerer Ruhe, offenbar stets nach Ueberwintern, als einkernige Actinophryen oder als vielkernige Actinosphaerien auftreten. Der ganze Process erinnert an die von Buck bei *Arcella vulgaris* beobachtete und oben erwähnte Bildung von Ruhesporen.

[1] Diss. cit. ZWZ. XXI. (1871) 510.

[2] Diss. cit. AMA. I. (1865) 229.

Mit mehr Berechtigung dürfte die von Haeckel an einem im Puerto del Arrectife entdeckten actinophrysartigen Rhizomoneren, dem *Myxastrum radians* beobachtete Fortpflanzungsart als Sporenbildung bezeichnet werden. Dieser Moner contrahirt sich bei der Fortpflanzung zu einer Kugel, umgiebt sich mit einer Cyste und zerfällt nach einer Ruhezeit, durch radiäre Theilung in zahlreiche, zuerst abgerundete, bald in Spindelform übergehende Plasmamassen, welche an ihrer Oberfläche eine dicke Kieselschale absondern. Vereinzelte Sporen könnten vermöge ihrer Form und der Kieselpanzer leicht mit Naviculen verwechselt werden; nach längerer Ruhe sah Haeckel aus denselben kleine Myxastren auskriechen.[1]

Bei sämmtlichen bisher behandelten Fortpflanzungsarten kommt den Theilungshälften, beziehungsweise der jungen Generation bereits die charakteristische Organisation der entwickelten Heliozoën zu, von welchen sie höchstens durch Grössenverhältnisse oder geringere Anzahl der Kerne abweichen. Durch die neueren Forschungen wurde aber auch eine mit Metamorphose verbundene Fortpflanzung bekannt, bei welcher die junge Generation in der Form von monadenartigen Flagellaten mit ein bis zwei Geisselfäden erscheint, und erst nach einem Schwärmzustand von gewisser Dauer wieder zur Rhizopodenform zurückkehrt.

Eine ähnliche Schwärmerbildung ist, wie oben erwähnt wurde, nach den Untersuchungen von R. Hertwig und Cienkowski auch bei der monothalamen *Microgromia socialis* bekannt.

Diese Schwärmerbildung wurde von Cienkowski bei einem Rhizomoner, dem *Protomonas (Monas Cienk.) amyli*,[2] bald aber auch bei einigen anderen sehr einfach organisirten, aber mit Kernen versehenen actinophrysartigen Rhizopoden (*Pseudospora parasitica, Ps. Nittelarum, Pr. Volvocis*) entdeckt, welche von ihm mit der vorigen zu der als «*Monadinae zoosporeae*» bezeichneten Gruppe zusammengefast wurden.[3] Eine ähnliche Schwärmerbildung wurde von Haeckel bei zwei von ihm entdeckten Rhizomoneren, nämlich bei *Protomyxa aurantiaca*,[4] sowie bei *Pro-*

[1] Studien über Moneren. 34.

[2] Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bull. de la Classe. phys. math. de l'Acad. de Saint-Petersbourg. Tome XIV. (1856) 261.

[3] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 213.

[4] Stud. üb. Moneren 71.

tomonas Huxleyi [1] beschrieben. Alle diese höchst einfach organisirten Heliozoën encystiren sich zur Fortpflanzung, um nach einer gewissen Ruhepause in eine aus monadenartigen Flagellaten bestehende Brut zu zerfallen; letztere kehrt erst nach einem Schwärmzustand von kürzerer oder längerer Dauer zur Rhizopodenform zurück. Manche von diesen Schwärmern können, wie die Schwärmer der Myxomyceten, zu Plasmodien verschmelzen; insbesondere wurde dies von CIENKOWSKI bei *Protomonas amyli,* sowie von HAECKEL bei *Protomyxa aurantiaca* beobachtet.

Die Fortpflanzung durch Geisselschwärmer ist aber nicht nur bei sehr einfachen, sondern auch bei höher organisirten Heliozoën, namentlich bei *Clathrulina elegans* und *Acanthocystis aculeata* bekannt.

Das Verdienst, die Schwärmerbildung bei Clathrulina entdeckt zu haben, gebührt CIENKOWSKI.[2] Dieses interessante Heliozoum, welches von einer, an einem langen starren Stiel sitzenden, in regelmässigen Abständen von grossen kreisförmigen Oeffnungen durchbrochenen, höchst zierlichen kugeligen Kieselschale umschlossen ist, vermehrt sich längere Zeit hindurch einfach durch Zweitheilung, zieht dann die Pseudopodien ein, contrahirt sich innerhalb der Schale zu einer Kugel und zerfällt durch wiederholte Theilung in vier Partieen, deren jede sich kugelig abrundet und eine harte, nach GREEFF mit Stacheln besetzte Schale absondert;[3] hierauf folgt eine mehrere Monate, vermuthlich den ganzen Winter hindurch dauernde Ruhezeit. Nach Ablauf dieser Ruheperiode wird jede dieser Cysten von einem Schwärmer verlassen, welcher im vorderen aus homogenem Plasma bestehenden Ende seines ovalen Leibes einen bläschenförmigen Kern, im hinteren Ende zahlreiche dunkle Körnchen einschliesst und, aus der Bewegung zu schliessen, jedenfalls mit ein bis zwei Geisselfäden versehen ist. Diese Schwärmer bleiben, grosse Kreise beschreibend, ein bis zwei Stunden lang in Bewegung, contrahiren sich dann zu Kugeln und senden radiäre Pseudopodien aus; das Plasma gewinnt durch zahlreiche Vacuolen eine schaumige Structur; endlich wird ein Stiel und eine durchbrochene Kieselschale abgesondert und hierdurch ist die Metamorphose der Schwärmer zur Clathrulina beendet.

Von HERTWIG und LESSER wurde bei demselben Rhizopoden eine andere Art von Schwärmerbildung beobachtet.[1] Bei dieser zerfiel der Körper der Clathrulina in drei ungleiche Theile, welche, durch die Schalenöffnungen ausgetreten, sich sofort zu Schwärmern verwandelten, an deren vorderem Ende HERTWIG und LESSER zwei zarte Geisselfäden, am hinteren zwei bis drei pulsirende Vacuolen beobachten konnten; demgemäss stimmen dieselben mit den Schwärmern von Microgromia in Allem überein. Wie CIENKOWSKI, konnten auch HERTWIG und LESSER die Schwärmer so lange beobachten, bis sie nach beendigtem Schwärmzustand die Heliozoënform angenommen hatten.

Die Schwärmerbildung ist, wie bereits erwähnt, auch bei *Acanthocystis aculeata,* und zwar von HERTWIG [2] beobachtet worden. Letzterem Forscher sind wiederholt Exemplare begegnet, welche zwischen dem Protoplasmaleib und der aus Kieselstäbchen gebildeten Schale 2 bis 6 rundliche oder ovale Körper enthielten; letztere liessen im membranlosen schaumigen Plasma je einen bläschenartigen Kern unterscheiden. An einzelnen dieser Körper entwickelten sich, nachdem sie durch die Schale ins Freie gelangten, zwei Geisselfäden, mit deren Hilfe sie sich schwerfällig hin- und herwälzten. Die weitere Entwickelung konnte aber HERTWIG nicht erforschen, weshalb er auch die Frage, ob es Schwärmer von Acanthocystis oder parasitische Organismen waren, unentschieden lässt.

Dass sich Parasiten nicht selten in Heliozoën einnisten, wird eben durch die Untersuchungen von HERTWIG über *Actinophrys Sol* bewiesen. HERTWIG sah nämlich aus Actinophrys lebhaft wimmelnde Flagellaten von winziger Gestalt sehr zahlreich ausschwärmen, welche wahrscheinlich von parasitischer Natur sind und dem Entwickelungsgang von Actinophrys nicht angehören.[3]

Aehnlicher Natur mögen die sich in Flagellaten umwandelnden kleinen Amoeben sein, welche GREEFF aus *Actinosphaerium* ausschwärmen sah [4] und welche, wie GREEFF an einer anderen Stelle erwähnt

[1] Op. cit. 169.

[2] Ueber Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311.

[3] Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süssen Wassers. AMA. V. (1869) 467.

[1] Ueber Rhizopoden etc. AMA. X. Suppl. (1874) 231.

[2] Studien über Rhizopoden. JZ. XI. (1877) 339.

[3] Diss. cit. 340.

[4] Sitzungsber. d. niederrh. Gesellsch. 1871. Jan. Vgl. HERTWIG, diss. cit.

mit den aus *Pelomyxa* ausschwärmenden Amoeben vollkommen übereinstimmen;[1] sind aber jene in der That Parasiten, so werden wohl auch die Schwärmer von Pelomyxa nichts anderes sein.

Wie immer sich auch die Sache hinsichtlich der letzterwähnten Schwärmer von zweifelhafter Natur verhalten mag: soviel ist, insbesondere nach den genauen Forschungen von Cienkowski, Haeckel und von Hertwig gewiss, dass Geisselschwärmer, als jugendliche Form, bei zahlreichen Heliozoën, und wie im Obigen ausgeführt wurde, auch bei gewissen Monothalamien (Microgromia) vorkommen, woraus mit Recht gefolgert werden darf, dass Flagellaten und Heliozoën im intimsten Verwandtschaftsverhältniss zu einander stehen, sowie dass offenbar sämmtliche Rhizopoden mit den Flagellaten einem gemeinsamen Stamm entsprossen. Die Richtigkeit dieser Ansicht wird — selbst wenn man von den Radiolarien, welche hierzu, wie weiter unten gezeigt werden soll, die gewichtigsten Beweisgründe liefern, vorläufig gänzlich absehen will — noch besonders durch die Thatsache bekräftigt, dass manche Protisten, wie es scheint, je nach den gegebenen Umständen die Rhizopoden-Form ohne alle Encystirung, binnen sehr kurzer Zeit mit der Flagellatenform zu vertauschen vermögen. Diese interessante Beobachtung machte Cienkowski an dem, dem Actinophrys sehr nahe stehenden *Ciliophrys infusionum*, welches, nach Einziehung der radiären Pseudopodien, aus dem, den zarten Kern enthaltenden vorderen Ende seines oval gewordenen Leibes einen einzigen feinen langen Geisselfaden ausschickte und in der Flagellatenform sogleich zu schwärmen anfing.[2]

Dasselbe wurde von Bütschli an einem von Ciliophrys genetisch kaum verschiedenen anderen Heliozoën beobachtet.[3] Ausserdem sind noch amoebenartige Rhizopoden bekannt, welche ausser den fingerförmigen Pseudopodien vorübergehend oder bleibend eine Geissel besitzen; hierher gehören die von Claparède und Lachmann beschriebene *Podostoma filigerum*,[4] die Carter'sche *Amoeba monociliata*,[5] — die *Mastigamoeba aspera* F. E. Schulze's,[1] die von Tatem frei schwimmend beobachtete Amoebe,[2] und Stein's *Cercomonas ramulosa*;[3] bei letzterer stehen die Rhizopoden- und Flagellatencharaktere in so innigem Zusammenhang, dass es in der That ganz von individuellem Gutdünken abhängt, ob man diesen eigenthümlichen Protisten unter die Rhizopoden, oder mit Stein unter die Flagellaten einreiht.

Wie bereits oben erwähnt, ist die Conjugation bei *Actinosphaerium Eichhornii* eine sehr häufige Erscheinung; nach der durch Kölliker erfolgten Entdeckung der Conjugation[4] wurde dieselbe von Cohn,[5] Claparède und Lachmann[6] und vielen anderen Forschern beobachtet.

Eben so häufig ist die Conjugation bei der Gattung *Actinophrys*, wo sie von Stein,[7] dann von Claparède und Lachmann,[8] Grenacher[9] sowie von Hertwig und Lesser[10] beschrieben wurde. Bei dem, den Actinophryen nahe stehenden *Ciliophrys infusionum* wurde die Conjugation von Cienkowski gleichfalls, und zwar sowohl an den rhizopodenförmigen Individuen, als auch an den Schwärmern beobachtet.[11] Bei den Actinophryen ist die Conjugation so häufig, dass man zuweilen mehr conjugirte, als einzelne Exemplare antrifft.

Bei allen den Genannten conjugiren sich nicht blos zwei, sondern auch Gruppen von mehreren, zuweilen 7 bis 9 Individuen, welche, wie Grenacher sehr zutreffend bemerkt, einer Hand voll zusammenhängender Kletten gleichen. Die conjugirten Individuen verschmelzen für eine gewisse Zeit vollkommen, um sich dann, wie es scheint ganz unverändert, wieder

[1] Pelomyxa palustris etc. AMA. X. (1874) 68.

[2] Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 29.

[3] Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten etc. ZWZ. XXX. (1878) 269.

[4] Etud. II. 441.

[5] On freshwater Rhizopoda of England and India. Annal. of nat. history, 1864. Vgl. Schulze's unten cit. Abhdlg. 583.

[1] Rhizopodenstudien V. AMA. XI. (1875) 583.

[2] On freeswimming Amoebe. M. micr. j. I. 352. Vgl. Bütschli, diss. cit. 271.

[3] Der Organ. der Infus. III. I. Hälfte (1878) Taf. I. IV. Abth. Fig. 1—5.

[4] Ueber das Sonnenthierchen, Actinophrys Sol. ZWZ. I. (1849) 207.

[5] v. Siebold, Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoën. ZWZ. III. (1851) 66.

[6] Etudes, III. 222.

[7] Die Infusionsthiere etc. 151.

[8] Op. cit. loc. cit.

[9] Ueber Actinophrys Sol. Verh. d. physic. med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. I. 1868. Vgl. Hertwig und Lesser, diss. infr. cit.

[10] Ueber Rhizopoden etc. AMA. X. Supplem. (1874) 174.

[11] Ueber einige Rhizopoden etc. AMA. XII. (1876) 30.

zu trennen. Ob der Conjugation irgend welcher Einfluss auf die Fortpflanzung zukommt, darüber ist nichts Gewisses bekannt, und sind die diesbezüglichen Ansichten sehr abweichend. COHN vermuthet — offenbar die Conjugation niederer Algen und Pilze vor Augen haltend — in der Conjugation des Actinosphaerium einen für die Fortpflanzung wichtigen Vorgang; derselben Ansicht ist auch v. SIEBOLD, der die von STEIN bei *Podophrya,* von ihm selbst bei einer *Acinetine,* dann von KÖLLIKER und von COHN bei *Actinosphaerium* beobachtete Conjugation einerseits mit der der einzelligen Algen, anderseits mit den zu Diplozoën conjugirten Diporpa-Zwillingen vergleicht; neuestens wurde sogar, wie oben bereits betont, die Conjugation bei Actinosphaerium von SCHNEIDER geradezu als «*Begattung*» bezeichnet. Dem gegenüber steht die Conjugation bei den Actinophryen nach STEIN mit der Fortpflanzung in keinerlei innigeren Beziehungen; dieser Forscher sieht im ganzen Vorgang nicht mehr, wie eine zeitweilige Vereinigung zweier oder mehrerer Individuen zu einer Familie oder Colonie.[1] CLAPARÈDE und LACHMANN scheinen zwar zur STEIN'schen Auffassung hinzuneigen, hüten sich aber eine bestimmte Ansicht zu äussern, überlassen es vielmehr ganz den Philosophen: über den physiologischen Werth der Conjugation Betrachtungen anzustellen.[2] HERTWIG und LESSER endlich äussern sich auf folgende Weise: «Wir beobachteten, wie eine Gruppe von vier Actinophryen zuerst in zwei Hälften zerfiel und diese sich abermals theilten. Von den vier so entstandenen einzelnen Individuen blieben zwei auch weiterhin getrennt, die zwei anderen verschmolzen von Neuem, ohne dass die Vereinigung jedoch längere Zeit Bestand gehabt hätte. Der ganze Verlauf und die Verbreitungsweise der Conjugation bei der Actinophrys Sol macht auf uns mehr den Eindruck eines zufälligen, für die Lebensverrichtungen wenig bedeutsamen Vorganges. Zwei Actinophryen begegnen einander und verstricken sich mit ihren zahlreichen Pseudopodien. Vermöge der Langsamkeit ihrer Bewegungen bleiben sie lange mit einander in Berührung, und wird so dem Protoplasma Gelegenheit gegeben, seine Tendenz zur Anastomosenbildung zu bethätigen, vermöge deren die Individuen mehr und mehr zusammenfliessen. Eine Bedeutung für das Leben der Actinophrye würde dann die Verschmelzung mehrerer Individuen nur in so fern besitzen, als die Nahrungsaufnahme durch sie jedenfalls erleichtert wird. Denn es ist verständlich, dass fremde Organismen der grösseren feindlichen Form weniger leicht ausweichen können, und dass auch grössere Thiere von dem Pseudopodienwald einer Gruppe schneller überwältigt werden, als dies bei isolirten Individuen der Fall sein würde.[1]

[1] Op. cit. 160.

[2] Etudes, II. 235.

Alle die angeführten Deutungen genügen meines Erachtens nicht, um irgend einen möglichen Zusammenhang zwischen Conjugation und Fortpflanzung auszuschliessen; denn wenn das Plasma bei den Actinophryen und Actinosphærien, wie STEIN gegenüber von CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie von HERTWIG und LESSER bestimmt behauptet wird, zeitweilig vollständig verschmilzt: so ist die SCHNEIDER'sche Annahme[2] gewiss berechtigt, wonach die conjugirten Individuen während diesem vollständigen Verschmelzen Plasmatheilchen (die mit zahlreichen Kernen versehenen Actinosphaerien vielleicht sogar Kerne) austauschen, was auf die Fortpflanzung durch Theilung der conjugirt gewesenen Individuen vortheilhaft sein kann; mindestens ist das nach Allem, was über die Conjugation der Ciliaten bis heute bekannt geworden, eine berechtigte Annahme. Anderseits muss aber auch hervorgehoben werden, dass die STEIN'sche Auffassung von den conjugirten Actinophryen als temporäre Colonieenbildung, gleichfalls eine Stütze gewann in jenen, heute bereits in mehrfacher Zahl bekannten Heliozoën, welche in Colonieen von zahlreichen Individuen leben, und bei welchen die einzelnen Individuen durch Pseudopodien oder durch eigene, dickere Plasmabänder zusammengehalten werden. Hierher gehören zwei Rhizomoneren, das von HAECKEL beschriebene *Myxodictyum sociale*[3] und die von AIMÉ SCHNEIDER beobachtete *Monabia confluens*;[4] ferner zwei, Kerne führende actinophrysartige Heliozoën: *Rhaphidiophrys elegans* von HERTWIG und LESSER,[5] sowie das von GREEFF beschriebene *Sphaerastrum conglobatum.*[6] Nach allem Angeführten muss beim heutigen Stand der Frage

[1] Op. cit. 175.

[2] Diss., cit. ZWZ. XXI. (1871) 510.

[3] Stud. üb. Moneren, 38.

[4] Arch. zoolog. expér. VII. Vgl. BÜTSCHLI, in BRONN's Class. u. Ordn. etc., Taf. XIV. Fig. 3.

[5] Ueber Rhizopoden etc., AMA. X. Supplementh. (1874) S. 217.

[6] Ueber Radiolarien etc., AMA. XI. (1875) 29.

die Entscheidung über die physiologische Bedeutung des bei den Heliozoën beobachteten Conjugationsprocesses, zwar weniger von den Philosophen, wohl aber von weiteren Untersuchungen erwartet werden.

Will man nun alles über die Fortpflanzungsart der Heliozoën Bekannte zusammenfassen, so ergiebt sich, dass ihre Fortpflanzung durch eine, bald in freiem, bald in encystirtem Zustand vor sich gehende Theilung erfolgt; die Theilungssprösslinge umgeben sich häufig mit einer harten Schale, innerhalb welcher dieselben längere Zeit ruhen; diese Theilungssprösslinge können füglich Ruhesporen genannt werden. Bei zahlreichen Heliozoën tummeln sich die Theilungssprösslinge als mit einem oder zwei Geisselfäden versehene Flagellaten umher und kehren erst nach abgelaufener Schwärmperiode wieder zur Heliozoën-Form zurück.

d) Radiolarien.

Die Schwärmerbildung, welche — wie wir eben sahen — auch bei einigen anderen Rhizopoden, insbesondere aber bei den den Radiolarien so nahe stehenden Heliozoën beobachtet wurde, scheint bei den Radiolarien die allgemeinste, obschon unvollkommen erforschte Fortpflanzungsart zu repräsentiren.

Bereits JOHANNES MÜLLER, der die Radiolarien zuerst eingehend studirte, thut bei einem, im Jahre 1856 beobachteten *Acanthometra* kleiner infusorienartiger Körperchen Erwähnung, welche in der Centralkapsel wimmelnde Bewegungen ausführen und von welchen er mit Wahrscheinlichkeit annimmt, dass sie nicht für monadenartige parasitische Organismen, sondern für die junge Brut der Acanthrometren zu halten sind.[1] Aehnliche Körperchen fand SCHNEIDER in der Centralkapsel von *Thalassicolla nucleata*.[2] HAECKEL sprengte die von wimmelnden Körperchen erfüllte Centralkapsel von *Sphaerozoum punctatum* und fand ca. 0,008 bis 0,010 mm. grosse, wasserklare Bläschen von kugeligen oder ellyptischen Contouren, welche je einen wetzsteinförmigen Krystall enthielten und nach etwa 10 Minuten anhaltenden sehr lebhaften Bewegungen abstarben.[3] Hierauf gestützt hält HAECKEL die Centralkapseln geradezu für *Fortpflanzungs-Organe*.

[1] Vgl. HAECKEL, Die Radiolarien. 141.
[2] Ueber neue Thalassicollen von Messina. AAP. (1858) 41.
[3] Op. cit. 142.

Viel genauer wurde die Schwärmerbildung von CIENKOWSKI bei der Gattung *Callosphaera* und bei *Callozoum inerme*,[1] insonderheit aber von R. HERTWIG gleichfalls bei *Callozoum inerme*, sowie bei *Thalassicolla nucleata* beobachtet.[2] Nach diesen Untersuchungen lässt sich die Schwärmerbildung bei Radiolarien im Folgenden zusammenfassen.

Bei den Radiolarien lassen sich zweierlei, nämlich: *mit wetzsteinförmigen Krystallen versehene*, und *solcher entbehrende* Schwärmer unterscheiden. Krystalle führende Schwärmer wurden beobachtet: bei *Sphaerozoum punctatum*, bei den *Callosphaeren* und bei *Callozoum inerme*; Schwärmer ohne Krystalle bei *Thalassicolla nucleata* und bei *Callozoum inerme*, welches letztere also zweierlei Schwärmer besitzt; CIENKOWSKI fand in einer und derselben Colonie Individuen mit krystalleführenden Schwärmern in der Centralkapsel, und andere, in welchen sich Schwärmer ohne Krystalle bildeten. Letztere Beobachtung wird von HERTWIG als irrthümlich bezeichnet; nach diesem Forscher sind in einer und derselben Kolonie entweder alle Individuen mit krystalle führenden oder mit krystallfreien Schwärmern versehen, und ist er zur Annahme geneigt, dass die unter dem Namen *Callozoum inerme* zusammengefassten Radiolarien zwei verschiedenen Arten angehören, obschon ihm der Nachweis von Arten-Unterschieden nicht gelang. Zwischen den in den nämlichen Individuen von *Callozoum inerme* gebildeten krystallfreien Schwärmern fand HERTWIG den weiteren Unterschied, dass es grosse Schwärmer *(Makrosporen)* und kleine Schwärmer *(Mikrosporen)* gibt; letztere sind um die Hälfte kleiner und stehen mit den ersteren durch keine Uebergangsformen im Zusammenhang.

Die krystallführenden Schwärmer sind von ovaler, gegen das vordere Ende zu gespitzter Körperform. Das vordere Drittel ist nicht granulirt, homogen und wird beinahe ganz durch den, gleichfalls homogenen Kern gebildet; von diesem Körperende geht der einzige (HERTWIG) oder doppelte (CIENKOWSKI) feine, lange Geisselfaden aus. In der Längsachse, dem hinteren Körperende genähert, befindet sich der von einer Gruppe fettartig glänzender Schöllchen umgebene wetzsteinförmige Krystall, welcher in Säuren

[1] Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. (1871) 371.
[2] Zur Histologie der Radiolarien. (1876) 25 u. 48.

und Alkalien zwar unlöslich ist, aber nach längerer Einwirkung dieser Reagentien etwas zusammenschrumpft, woraus HERTWIG auf eine nicht anorganische, sondern organische Substanz folgert.

Die Krystalle entbehrenden Schwärmer sind von obigen ausser durch den fehlenden Krystall, hauptsächlich durch die charakteristische Bohnen- oder Nierenform unterschieden; die einzige (nach CIENKOWSKI doppelte) Geissel geht von dem vorderen Vorsprung neben der Ausbuchtung des Schwärmers aus.

Die zweierlei Schwärmer sind von einander auch in der Entwickelung verschieden. Die krystalleführenden Schwärmer werden in der Weise gebildet, dass die Kerne in der Centralkapsel (die «wasserklaren Bläschen» HAECKEL's) durch Theilung sich sehr zahlreich vermehren, wobei die in der Centralkapsel befindliche grosse Oelkugel allmälig verschwindet, dagegen um die Kerne Fettkörnchen sich anhäufen, und neben jedem Kern ein Krystall auftritt; endlich zerfällt die Substanz der ganzen Centralkapsel beinahe auf einmal in eine den Kernen entsprechende Anzahl Theile, welche sich dann zu Schwärmern umwandeln. Dem gegenüber theilt sich bei Bildung der Schwärmer ohne Krystalle die Substanz der Centralkapsel in keilförmige Partieen, welche sich mit Fetttröpfchen, die offenbar durch Zerfall der in der Centralkapsel enthaltenen grossen Oelkugel zu Stande gekommen sind, anfüllen und erst diese keilförmigen Partieen zerfallen in eine den vermehrten Kernen entsprechende Anzahl von Schwärmern.

Bei der Schwärmerbildung verschwindet auch die extracapsuläre Sarcode, d. h. sie wird vermuthlich auch zur Heranbildung der Schwärmer verbraucht, und mit der Entwickelung der jungen Brut sterben die Mutter-Radiolarien ab.

Wie sich nun die im Verhältniss sehr kleinen Schwärmer zu Radiolarien von stattlicher Grösse entwickeln, ist gänzlich unbekannt; keinem einzigen Forscher ist es bisher gelungen dieselben längere Zeit am Leben zu erhalten. Der von HERTWIG [1] vermuthete Geschlechtsunterschied zwischen kleinen und grossen Schwärmern stützt sich auf keine directen Beobachtungen und bleibt daher eben nur Vermuthung. Durch die bisherigen Beobachtungen ist nicht einmal die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die Schwärmer überhaupt nicht zur Vermehrung, sondern zur Befruchtung bestimmt sind, was durchaus nicht ganz unwahrscheinlich scheint.

[1] Diss. cit. 36.

Gestützt auf die derzeitigen Kenntnisse über die Fortpflanzungsart der übrigen Rhizopoden, kann wohl mit Recht auch bei den Radiolarien neben der Schwärmerbildung noch eine andere Fortpflanzungsart vorausgesetzt werden; jedoch sind unsere Kenntnisse auch in dieser Richtung sehr fragmentarisch und befinden sich so gut, als im Stadium der Vermuthung. An dieser Stelle sei diesbezüglich nur so viel bemerkt, dass HAECKEL aus den verschiedenen Grössenverhältnissen der Colonieen bildenden Radiolarien *(R. Polyzoa)*, sowie aus gewissen an den Centralkapseln derselben beobachteten Veränderungen den Schluss zog, dass die Radiolarien auch durch einfache Theilung der Centralkapsel, sowie auf endogenem Wege, durch Zerfall der letzteren innerhalb der Membran in mehrere Tochterkapseln, sich vermehren. [1]

3. Flagellaten.

Während die Kenntnisse von den übrigen Protisten-Gruppen durch Mitwirkung zahlreicher Forscher wesentlich gefördert wurden, waren die Flagellaten bis in die jüngste Zeit sowohl von Botanikern, wie von Zoologen unleugbar vernachlässigt; als ob sich Jedermann gescheut hätte, sich mit diesen Wesen zu befassen, deren charakteristisches Merkmal — wie CIENKOWSKI sagt — [2] darin besteht, dass sie den auf verschiedene Art veränderten Typus der pflanzlichen Zoospore darstellen; als ob die Flagellaten nicht gerade durch den Umstand ein ausserordentliches Interesse gewännen, dass deren mittelst Chlorophylls assimilirende Repräsentanten in einer ebenso ununterbrochenen Reihe zu den Algen hinüberführen, wie die chlorophyllfreien Formen, namentlich die *Monadinen* zu den Rhizopoden und Myxomyceten; und als ob ausser dem Gesagten nicht auch der Thatsache eine allgemeine Wichtigkeit zukäme, dass unter den Flagellaten, wie bereits oben angedeutet, gewisse mittelst Chlorophylls assimilirende Formen entsprechende, chlorophyllfreie «fressende» Parallel-Formen besitzen, wodurch die Einreihung gewisser Flagellaten in das Pflanzen-, anderer wieder in das Thierreich geradezu unmöglich, die

[1] Die Radiolarien. 145.

[2] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 421.

Unterscheidung einer Pflanzen- und Thierreich verbindenden Protisten-Gruppe aber geradezu zur Nothwendigkeit wird. Naturgemässe Folge dieser allgemeinen Vernachlässigung ist eine, trotz der neueren Untersuchungen von JAMES CLARK, CIENKOWSKI, BÜTSCHLI, STEIN, G. JOSEPH, BERGH und A., sehr fragmentarische Kenntniss der Fortpflanzungsart der Flagellaten. Ausgenommen müssen blos die *Volvocineen* werden, deren interessante Fortpflanzung und Entwickelung durch die Untersuchungen ausgezeichneter Forscher (STEIN, PRINGSHEIM, COHN) sehr genau bekannt geworden sind. Zahlreiche wichtige Daten enthält die gross angelegte STEIN'sche Monographie,[1] liefert aber in ihrem vorliegenden unabgeschlossenen Zustand. kein vollständiges Bild von den lange Zeit hindurch fortgesetzten Untersuchungen des berühmten Forschers.

Zur leichteren Uebersicht der auf die Fortpflanzung bezüglichen Daten halte ich für zweckmässig die Flagellaten in drei Gruppen einzutheilen und die Fortpflanzung *a)* der chlorophyllhaltigen, *b)* der chlorophyllfreien Nudiflagellaten, und *c)* der Cilioflagellaten getrennt darzulegen.

a) Chlorophyllhaltige Nudiflagellaten.

Die innigste Verwandtschaft zwischen chlorophyllhaltigen Flagellaten und einzelligen Algen wird auch durch ihre Fortpflanzung bewiesen. Nach den Untersuchungen von CIENKOWSKI ist nämlich ein Theil der grünen Flagellaten hinsichtlich der Fortpflanzung und Entwickelung von den Palmellaceen in nichts verschieden, so dass die zwei Gruppen, nach dem genannten Forscher, mit vollem Recht vereinigt werden können. Hieher gehören namentlich von den durch CIENKOWSKI studirten Flagellaten *Chlamydomonas Pulvisculus, Euglena viridis* und *Cryptomonas ovata,*[2] welchen sich die übrigen Arten der Gattung *Chlamydomonas,* ferner *Chlamydococcus pluvialis,* dann STEIN's *Phacotus lenticularis* und *Coccomonas orbicularis* anschliessen. Alle die Genannten, sowie die Palmellaceen [3] sind dadurch charakterisirt, dass sie nach einem Schwärm-Zustand von verschiedener Dauer zur Ruhe gelangen, eine einfache oder geschichtete schleimig-gallertige Cyste absondern *(Gloeococcusform),* innerhalb welcher sich durch wiederholte Theilung eine verschieden zahlreiche Tochtergeneration von Schwärmern heranbildet. Durch eine mehrere Generationen umfassende Wiederholung des innerhalb der soeben erwähnten gallertigen Cyste ablaufenden Fortpflanzungsprocesses gehen die Schwärmer in die *Chroococcus-Form* über; zu Kugeln contrahirt umgeben sich dieselben mit derben Cellulosekapseln, aus welchen nach längerer Ruhe wieder eine sich in gallertigen Cysten vermehrende Generation ausschwärmt.

Dieser typische Verlauf der Fortpflanzung ist jedoch verschiedengradiger Modificationen fähig. So kommt es vor, dass gewisse Flagellaten nicht unbedingt in die ruhende Gloeococcusform übergehen, sondern sich auch während des Schwärmens in 2 bis 4 Tochterschwärmer theilen können; dies ist beispielsweise nach COHN's Untersuchungen von *Chlamydococcus pluvialis* bekannt.[1] Anderseits können die während der Gloeococcusform gebildeten Tochterzellen unmittelbar, ohne Schwärmzustand in die ruhende Chroococcusform übergehen; auch dies wurde von COHN bei *Chlamydococcus* beobachtet.

Die in der Gloeococcusform sich fortpflanzenden Flagellaten theilen sich gewöhnlich in 4, seltener 8, 16 oder noch mehr Tochterzellen; hiedurch werden aus mehr oder weniger Zellen bestehende Familien gebildet, deren Mitglieder gleichzeitig zu schwärmen beginnen. Zuweilen hört aber die Vermehrung bereits nach der ersten Zweitheilung auf; so ist, nach PERTY und STEIN, die innerhalb der gallertigen Cyste sich der Länge nach vollziehende einfache Zweitheilung von *Euglena viridis* schon längst bekannt; es wird sogar die gallertige Hülle zuweilen blos für eine kurze Ruhezeit abgesondert, und aus derselben geht wieder eine einzige Euglene hervor.

Dass aber die letzteren Fälle nicht als Regel gelten, dass sich vielmehr auch die Euglenen häufig in Familien von 4—8 und mehr Schwärmern theilen, wird durch die übereinstimmenden Forschungsergebnisse von COHN,[2] PERTY,[3] FOCKE,[4] STEIN [5] und CIENKOWSKI [6] bewiesen. Gerade bei *Euglena viridis*

[1] Der Organismus etc., III. Th. 1. Abth. 1878.

[2] CIENKOWSKI, diss. cit.

[3] Vgl. CIENKOWSKI, diss. cit.; ferner: Ueber einige chlorophyllhaltige Glœocapsen. Bot. Ztg. 23. Jahrg. (1865) 21.

[1] Nachträge zur Naturgeschichte des Protococcus pluvialis Kütz. Nova Acta Ac. L. C. Vol. XX. 1850.

[2] Diss cit.

[3] Zur Kenntniss etc. 78.

[4] Physiolog. Stud. II. Hft. (1854) 12.

[5] Die Infus. 6.

[6] Diss. cit. Bot. Ztg. (1865) 24.

wurde ferner von COHN und PERTY die Beobachtung gemacht, dass dieselbe durch rasch auf einander folgende Theilungen in sehr zahlreiche, den gewöhnlichen an Grösse weit nachstehende Schwärmer zerfällt, wozu PERTY die richtige Bemerkung macht, dass bei Euglena — wie ein Botaniker sagen würde — *Makro-* und *Mikrogonidien* können unterschieden werden. Die Aufgabe dieser kleinen Schwärmer ist zur Zeit vollkommen unbekannt, und es lässt sich nur vermuthen, dass sie dieselbe Bestimmung haben, wie die Mikrogonidien verwandter Flagellaten, welcher weiter unten gedacht werden soll.

Eine andere Gruppe chlorophyllhaltiger Flagellaten steht hinsichtlich Fortpflanzung und Entwickelung in einem eben so innigen Zusammenhang mit den Characieen unter den einzelligen Algen, wie die soeben behandelten mit den Palmellaceen.

Diese Flagellaten zerfallen innerhalb einer aus Cellulose bestehenden membranartigen Hülle, durch wiederholte Theilung des Plasmaleibes in 2—4—8 Tochterzellen, welche nach Berstung oder schleimigem Zerfliessen der Membran der Mutterzelle ausschwärmen.

Diese Fortpflanzungsart ist bereits von EHRENBERG her bei *Chlorogonium euchlorum,* ferner aus den Untersuchungen von CIENKOWSKI [1] und STEIN [2] bei *Chlorangium (Colacium* Ehrb.) *stentorinum* bekannt; bei allen diesen Arten werden von STEIN neben den Makrogonidien auch noch Mikrogonidien von bisher unerforschter Bestimmung unterschieden.

In der nämlichen Weise geht nach STEIN die Fortpflanzung von *Spondylomorum quaternarium* [3] vor sich, nur dass hier die 16 Tochterschwärmer in einem volvoxartigen Familienstock vereinigt bleiben.

Eng an Spondylomorum schliessen sich, zumindest hinsichtlich der asexuellen Fortpflanzung, unter den eigentlichen Volvocineen * *Gonium pectorale, Pandorina Morum, Eudorina elegans* und *Stephanosphaera pluvialis* an. Die Genannten, deren einzelne Schwärmer, wie bekannt, gänzlich übereinstimmend mit Chlamydomonas organisirt sind, bilden aus 8 *(Stephanosphaera),* 16 *(Gonium,* kleinere Form von *Pandorina* und *Eudorina),* oder 32 (grössere Form von *Pandorina* und *Eudorina*) Schwärmern bestehende, viereckige, tafelförmige *(Gonium),* ovale *(Pandorina)* oder kugelige *(Eudorina),* oder endlich innerhalb einer kugeligen gemeinsamen Hülle zu einem kreisförmigen Kranz gruppirte *(Stephanosphaera)* Familienstöcke, in welchen zur Fortpflanzungszeit jeder einzelne Schwärmer in 8, resp. 16 und 32 Tochterschwärmer zerfällt; letztere verlassen die specielle Mutterhülle und die, meist gleichzeitig vorhandene gemeinsame Hülle des Familienstockes als mit den Schwärmern der Mutterkolonie an Zahl übereinstimmende junge Kolonieen.[1]

Bei den höchsten Vertretern der Volvocineen, nämlich den Arten der Gattung *Volvox (1. Volvox Globator* EHRB. und *V. Stellatus* EHRB. = *V. monoïcus* COHN; 2. *Volvox minor* STEIN = *V. aureus* EHRB. und *Sphaerosira Volvox* EHRB., *V. dioicus* COHN; 3. *V. Carteri* STEIN) findet unter den zu kugeligen Kolonieen vereinigten Zellen eine Theilung der physiologischen Arbeit statt, und nur gewisse Zellen dienen zur Fortpflanzung. Bei den Volvocen ist der Familienstock, wie allgemein bekannt, aus zahlreichen, nach COHN[2] aus ca. 12,000 zu einer Kugelschale vereinigten kleinen chlamydomonasartigen Schwärmern zusammengesetzt, deren gallertig gequollene, hyaline Specialhüllen zu einer gemeinsamen Hülle des Familienstockes verschmolzen sind. Diese, mit je zwei Geisseln versehenen Zellen, welche durch 5 bis 7, die gemeinsame Hülle in horizontaler Richtung durchziehende Plasmafäden untereinander netzartig verbunden sind, betheiligen sich an der asexuellen Fortpflanzung gar nicht, und werden daher von COHN *sterile* oder *vegetative Zellen* ge-

[1] Diss. cit. AMA. VI. (1870) 427.

[2] Der Org. III. Taf. XIX.

[3] Der Org. III. Taf. XVIII.

* Ohne die innige Verwandtschaft zwischen Volvocineen und Palmellaceen bezweifeln zu wollen, hielt ich es doch für zweckmässig, STEIN zu folgen, und die eigentlichen Volvocineen von den in einzelnen Individuen schwärmenden *Chlamydomonaden* und *Chlamydococcen,* sowie von den zwar Kolonieen bildenden, aber von den wahren Volvocineen hinsichtlich des Baues der Schwärmer, der Zusammensetzung der Kolonieen sowie der Fortpflanzung verschiedenen *Uroglenen, Syncrypten* und *Synuren* zu trennen.

[1] PERTY, Zur Kenntniss etc. — COHN, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte mikroskopischer Algen und Pilze. Nova Acta Acad. C. L. C. XXIV. (1853); ferner: Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocinen. ZWZ. IV. 1852. — FRESENIUS, Ueber die Algengattung Pandorina, Gonium und Rhaphidium. Abh. d. Senckenberg. naturf. Ges. II. 1856. Vgl. STEIN, Der Org. III. 135. — PRINGSHEIM, l. cit. — SACHS, Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. (1874) 258.

[2] Die Entwickelungsgeschichte der Gattung Volvox. 1875. 15.

nannt. Die zur asexuellen Fortpflanzung dienenden grösseren, der Geisseln entbehrenden Zellen befinden sich in ziemlich gleichen Abständen innerhalb und unter der durch die sterilen Zellen gebildeten Schicht und sind gewissermassen in die Höhle der Familienkugel hineingesprosst; ihre Zahl beträgt nach STEIN bei *V. Globator* 8, bei *V. minor* 1 bis 9, zumeist aber 4,[1] bei der von CARTER in Ost-Indien in der Nähe Bombays entdeckten Art,[2] welche nach STEIN zwischen *V. Globator* und *V. minor* steht und von ihm nach seinem Entdecker als *V. Carteri* bezeichnet wurde, wieder 8, wie bei V. Globator. Diese zur asexuellen Fortpflanzung bestimmten Zellen, von COHN «*Parthenogonidien*» und von STEIN «*Sprossform*» genannt, vermehren sich, wie bereits EHRENBERG wusste, und durch die Studien von WILLIAMSON[3] sowie von BUSK[4] genauer bekannt wurde, durch rasch auf einander folgende Theilung in zahlreiche Zellen, welche innerhalb der Mutterkolonie zu Tochterkolonieen vereinigt bleiben, deren Anzahl denen der Parthenogonidien entspricht; nachdem sich in diesen Tochterkolonieen bereits sehr frühzeitig, auf eine nicht näher bekannte Weise, Parthenogonidien heranbilden, sind in dem in Fortpflanzung begriffenen Volvox bereits die Mutterzellen der Enkelgeneration enthalten.

Während die Volvocineen, wie aus Obigem erhellt, hinsichtlich der asexuellen Fortpflanzung durch Vermittelung von *Spondylomorum, Chlorogonium* und *Chlorangium* mit den *Characieen*, anderseits durch die Gattungen *Chlamydomonas* und *Chlamydococcus* mit den *Palmellaceen* in enger Verbindung stehen: zeigen dieselben, insbesondere mit Rücksicht auf die Kolonieenbildung, noch mit einer anderen Gruppe der durch Schwärmer sich fortpflanzenden niederen Algen (den Zoosporen), den Hydrodictyeen oder Pediastreen eine innige Verwandtschaft; der Unterschied besteht blos darin, dass bei Letzteren die gleichfalls durch die innerhalb der Hülle erfolgende wiederholte Theilung der Mutterzelle gebildeten Schwärmer sich nur kurze Zeit hindurch bewegen, um bald darauf die Geisseln zu verlieren und sich verschiedenartig gruppirt zu unbeweglichen Kolonieen umzuwandeln.

Ueber die Fortpflanzung eines Theiles der reines Chlorophyll oder dessen lederfarbige Modification (Diatomin) enthaltenden Flagellaten ist derzeit sehr wenig oder gar nichts bekannt.

Die volvoxartige Kolonieen bildenden und mit einander sehr nahe verwandten Flagellaten: *Uroglena Volvox, Syncrypta Volvox, Synura Uvella,* — mit welcher letzteren Art die von EHRENBERG unter dem Namen *Uvella virescens* beschriebene und in neuerer Zeit durch BÜTSCHLI[1] studirte Flagellatenkolonie zu vereinigen sein dürfte — vermögen sich wahrscheinlich sämmtlich durch Längstheilung der, in eine gemeinschaftliche gallertige Hülle eingeschlossenen *(Uroglena, Syncrypta)* oder ohne einer solchen im Centrum der Kolonieen mit den Schwanzenden vereinigten *(Synura)* Schwärmer zu vermehren. Zumindest wurde eine solche Längstheilung von BÜTSCHLI bei *Uvella* (richtiger *Synura*) *virescens*,[2] von STEIN aber bei *Synura Uvella*[3] beobachtet, wodurch die zu Kolonieen vereinigten Schwärmer an Zahl, sowie die Kolonieen selbst an Grösse zunehmen. Die Bildung der Kolonieen geht offenbar von einem einzigen Schwärmer aus, welcher mit den sich durch Längstheilung stetig vermehrenden Nachkommen in einer volvoxartigen Kolonie vereinigt bleibt. Doch können auch die aus sehr zahlreichen Schwärmern bestehenden Kolonieen selbst sich durch Zweitheilung vermehren; zumindest sah STEIN, dass solche Konolieen der *Synura Uvella* sich wurstförmig streckten, um sich dann in zwei kugelige Kolonieen von gleicher Grösse zu theilen.[4] Nach STEIN's Untersuchungen zerfallen die Kolonieen von *Synura Uvella* früher oder später in einzelne Schwärmer, welche vereinzelt weiter schwärmen und grösser werden, wobei die kurzen, steifen Borsten der zu Kolonieen vereinigten Schwärmer zu langen, gekrümmten Sta-

[1] Die Infusionsthiere etc. 47.

[2] On Fecundation on two Volvoces and their specific Differences. Annales of Natur. Hist. IV. Ser. Vol. III. 1859. Vgl. STEIN, Der Org. III. 134.

[3] Volvox Globator. Transact. of the Liter. and Philosoph. Society of Manchester. Vol. IX; ferner: Further Elucidations of the Structure of Volvox Globator. Ibidem 45. bis 46. Vgl. STEIN, Der Org. III. 116.

[4] Some Observations on the Structure and Developement of Volvox Globator and its relations to other unicellular Plants. Quart. Journ. of Microscop. Science. New. Ser. Vol. I. 1853. Vgl. STEIN, Der Org. III. 117.

[1] Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten. ZWZ. XXX. (1878) 263.

[2] Diss. cit. 265.

[3] Der Org. III. Taf. XIV.

[4] Der Org. III. Taf. XIV.

cheln auswachsen; in dieser Form entsprechen dieselben den von PERTY als selbständige Form unter dem Namen *Mallomonas Ploeslii* beschriebenen [1] Flagellaten, welche sich schliesslich encystiren und in den Ruhezustand übergehen. Eine Encystirung hat BÜTSCHLI an den Schwärmern der Kolonieen der von ihm studirten *Uvella virescens* — von *Synura Uvella* blos durch die borstenlose glatte Oberfläche verschieden — gleichfalls beobachtet, nur dass bei dieser Form die sich encystirenden Schwärmer den Familienstock nicht verliessen, sondern erst nach erfolgter Encystirung aus demselben herauszufallen scheinen.

Aus dem Gesagten geht hinsichtlich der Fortpflanzung ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen, volvoxartige Kolonieen bildenden Flagellaten und den eigentlichen Volvocineen hervor, welche die von STEIN gemachte Trennung rechtfertigt. Die Familie der *Chrysomonadinen*, in welche STEIN auch die soeben erörterten Flagellaten einreihete, umfasst auch zahlreiche vereinzelt lebende Gattungen (*Coelomonas, Raphidomonas, Microglena, Chrysomonas, Hymenomonas, Stylochrysalis, Chrysopyxis*), welche sich, so weit dies aus den Untersuchungen von STEIN bekannt ist, gleichfalls durch Längstheilung fortpflanzen; [2] einzelne von ihnen umgeben sich, offenbar behufs Fortpflanzung, wie die Palmellaceen mit einer weit abstehenden, gallertigen Hülle; dies gilt besonders von *Coelomonas* und wahrscheinlich auch von *Chrysomonas flavicans*.

Die Fortpflanzung der mit den STEIN'schen *Chrysomonadinen* nahe verwandten *Dinobryinen* — welche sehr zierliche, zarte, durchsichtige, gestreckt-kelchförmige Hülsen bewohnen und entweder in Gruppen an untergetauchten Gegenständen, meist Algen lagern (*Epipyxis Utriculus*) oder mit den in einander geschobenen Hülsen frei schwebende, strauchartige Kolonieen bilden (*Dinobryon Sertularia* und *D. stipitatum*) — geschieht gleichfalls durch eine Längs- oder in schräger Richtung verlaufende Theilung; [3] bei *Dinobryon Sertularia* wurde von STEIN [4] und BÜTSCHLI [5] auch eine Encystirung beobachtet; der letztgenannte Forscher fand die Cyste bei Dinobryon von einer doppelten, nämlich einer ziemlich dicken äusseren, abstehenden, und einer dem Leib eng angeschmiegten inneren Membran begrenzt.

Eine während der Schwärmperiode erfolgende Theilung ist endlich auch bei den *Cryptomonadinen* bekannt; [1] bei einem Flagellaten aus dieser Familie, nämlich *Cryptomonas ovata* wurde, wie bereits oben erwähnt, von CIENKOWSKI auch eine in der Gloeococcus-Form erfolgende Fortpflanzung beobachtet.

In allen bisher bekannt gewordenen Fällen geht die Theilung der chlorophyllhaltigen Flagellaten in der das Geisselende mit dem entgegengesetzten Körperende verbindenden Achse vor sich; da nun diese Achse in der Regel mit der Längsachse der Flagellaten zusammenfällt, so ist die Theilung zumeist eine Längstheilung. Wo aber, wie bei der von STEIN entdeckten *Nephroselmis olivacea*, [2] die das Geissel- und entgegengesetzte Körperende verbindende Achse mit der Transversalachse des Flagellaten zusammenfällt: da ist auch die Theilung — dem entsprechend, dass durch dieselbe der Flagellatenleib stets vom Geisselende ausgehend halbirt wird — eine Quertheilung. Der Theilung geht, wie es scheint, stets die Entwickelung der neuen Geissel voran, wodurch der zur Theilung sich anschickende, in der Regel verdickte Leib des Flagellaten eine Zeit lang mit überzähligen Geisseln versehen erscheint.

Ausser der dargelegten geschlechtslosen, vegetativen Fortpflanzung wurde bei den chlorophyllhaltigen Flagellaten — gleich den Algen, mit welchen dieselben durch eine ununterbrochene Reihe verbunden sind — auch eine sexuelle Fortpflanzung beobachtet, welche durch den Umstand, dass in derselben die einfachste Form, gewissermassen der Ausgangspunkt der geschlechtlichen Fortpflanzung vorliegt, ein hervorragendes allgemeines Interesse gewinnt.

Bei der Befruchtung von Thieren und Pflanzen werden die beiden mit einander gänzlich oder zum Theil verschmelzenden Sexualzellen zumeist in eigenen Organen von complicirtem Bau gebildet, und sind der Form, Grösse und dem Bau nach von einander wesentlich verschieden; die eine Sexualzelle, die Eizelle, ist von verhältnissmässig bedeutender Grösse und in der Regel der Locomotion unfähig; die andere, die Samenzelle (Spermatozoid, Antherozoid) hingegen beinahe ausnahmslos von winzigen

[1] STEIN, op. cit. 151.
[2] STEIN, Der Org. III. Taf. XII—XIV.
[3] STEIN, Der Org. III. Taf. XII.
[4] Op. cit.
[5] Diss. cit. 235.

[1] STEIN, Der Org. III. Taf. XIX. BÜTSCHLI, diss. cit. 246.
[2] Der Org. III. Taf. XIX.

Dimensionen und rascher Ortsveränderungen fähig; auch ist es diese, welche sich behufs Befruchtung der anderen nähert. Dies gilt zumindest von den Thieren und zahlreichen Kryptogamen, während die uns hier nicht näher interessirenden Phanerorgamen hinsichtlich der männlichen Zelle von den Vorigen wesentlich abweichen. Bei der Befruchtung der Flagellaten in ihrer einfachsten Form ist — gleichwie bei zahlreichen niederen Algen und Pilzen, sowie bei der ihrer Bedeutung nach noch immer räthselhaften Conjugation und Copulation der *Rhizopoden* und *Gregarinen* — an den sich vereinigenden Individuen keinerlei Unterschied nachweisbar, auch sind die zur sexuellen Fortpflanzung bestimmten Individuen von den auf ungeschlechtlichem Weg sich vermehrenden, was ihre Form, Grösse und Bau betrifft, in nichts verschieden. Demgegenüber sind bei Anderen die für eine geschlechtliche Fortpflanzung bestimmten Schwärmer von den vegetativen durch kleinere Form und häufig auch durch die Anzahl der Geisseln unterschieden, oder es vereinigen sich kleinere Schwärmer mit grösseren, ja die Unterschiede zwischen den sich vereinigenden Paaren können einen Grad erreichen, welcher uns berechtigt, wie bei Thieren und höheren Kryptogamen, von Ei- und Befruchtungszellen zu sprechen; erstere sind gross und unbeweglich, letztere zwerghaft und flink bewegt.

Soweit die sexuelle Fortpflanzung der Flagellaten bisher bekannt geworden, ist gewiss, dass die copulirten Schwärmer, oder die befruchteten Eizellen sich, wie die sogenannten Zygosporen und Oosporen der Algen und Pilze encystiren und erst nach einer Rast von längerer Dauer (in den meisten oder vielleicht in allen Fällen erst nachdem dieselben nach dem Austrocknen wieder unter Wasser geriethen) zu activem Leben erwachen, um mehrere Generationen hindurch sich ungeschlechtlich fortpflanzenden Nachkommen als Ausgangspunkt zu dienen.

Demgemäss kann bei den Flagellaten in gewisser Hinsicht von einem Generationswechsel gesprochen werden, nur sind die Unterschiede zwischen den ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Generationen häufig minimale, oder sie können auch gänzlich fehlen. Die physiologische Bedeutung der Copulation oder Befruchtung scheint aber, meiner Auffassung nach, darin zu liegen, dass die durch ungeschlechtliche Generationen erschöpfte Fortpflanzungsfähigkeit oder Energie durch innigste Vermischung des Protoplasmas zweier Individuen erneuert werde.

Bedenkt man, dass die Zahl der auch auf sexuellem Weg sich fortpflanzenden Flagellaten durch neue Entdeckungen stetig zunimmt; bedenkt man ferner, dass die Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der niedersten Wesen durch die neueren Forschungen immer festere Grundlagen gewinnt: so wird man mit der Annahme einer sexuellen Fortpflanzung auch bei jenen Flagellaten, bei welchen dieselbe derzeit noch nicht bekannt ist, kaum irren. Will man ferner von diesem Standpunkt einen Rückblick auf die fragmentarischen und in abweichendem Sinn gedeuteten Angaben werfen, welche sich auf die Conjugation und Copulation der Gregarinen und Rhizopoden beziehen: so wird die Berechtigung der Auffassung, dass auch bei letzteren während der Conjugation oder Copulation eine Art Befruchtung stattfindet, kaum zweifelhaft erscheinen.

Die erste, wenig bekannte Angabe über die Conjugation eines Flagellaten rührt von Carter her. Dieser Forscher beschrieb bereits im Jahre 1856 die Conjugation bei *Euglena viridis*;[1] nach ihm würde die Conjugation blos in einer zeitweiligen Vereinigung bestehen und die Entwickelung zahlreicher Eier, nämlich der Paramylonkörperchen bezwecken, welche Körperchen Carter, Ehrenberg folgend, für Eier ansprach. Gleichzeitig mit den Carter'schen Aufzeichnungen über die Conjugation der Euglena machte Cohn zuerst der i. J. 1856 zu Wien tagenden Wanderversammlung deutscher Aerzte und Naturforscher, dann auch der Pariser Akademie von seinen hochwichtigen und ein berechtigtes allgemeines Interesse erregenden Beobachtungen über die geschlechtliche Fortpflanzung des *Volvox Globator* Mittheilung.[2] Eine mit der bei Volvox bestehenden im Wesentlichen übereinstimmende sexuelle Fortpflanzung wurde, obschon nur auf fragmentarische Beobachtungen gegründet, von Carter im Jahre 1858 bei

[1] Annal. of Nat. Hist. II. Ser. Vol. XVIII. S. 229 u. 246. Vgl. Stein, Der Org. III. 146.

[2] Ueber die Organisation und Entwickelung des Volvox Globator. Amtl. Bericht über die 32. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Wien. — Observations sur les Volvocinées et specialement sur l'organisation et la propagation du Volvox Globator. CR. (1856) Tome 43. Ferner: Annales des sc. nat. Bot. IV. Sér. Tome V. 1856. Ferner: Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vat. Cult. 1856. — Vgl. Stein, Der Org. III. 128.

der in den seichten Pfützen in der Nähe Bombay's beobachteten *Eudorina elegans* beschrieben.[1] Bevor wir aber den verwickelten Gang der sexuellen Fortpflanzung dieser Volvocineen behandeln, dürfte es zweckmässig sein die einfacheren Verhältnisse der geschlechtlichen Fortpflanzung von *Pandorina Morum* und einiger anderen Flagellaten vorauszuschicken.

Wie nach den wichtigen Untersuchungen von Pringsheim[2] bekannt ist, erfolgt bei *Pandorina Morum*, nachdem sich mehrere Generationen auf die oben beschriebene Weise ungeschlechtlich fortpflanzten, ein Zerfall der einzelnen Kolonieen, wobei die sich aus dem Familienband lösenden Zellen ein lebhaftes Schwärmen beginnen. Hierauf suchen sich die einzelnen Schwärmer auf, um sich paarweise zu conjugiren und nach wenigen Minuten gänzlich zu verschmelzen. Die Copulation beginnt stets am farblosen Geisselende, und die copulirten Individuen sind bald von gleicher, bald von verschiedener Grösse. Die sich in einzelne Schwärmer auflösenden Kolonieen sind von jenen, welche sich ungeschlechtlich fortpflanzen, höchstens dadurch verschieden, dass ihre Familienstöcke häufig aus weniger als 16 Zellen bestehen. Die durch Copulation zweier Schwärmer entstandenen Zygosporen runden sich ab, encystiren sich, nehmen während der Ruheperiode an Grösse bedeutend zu und verändern die grüne Farbe in eine ziegelrothe. Gelangen diese Kugeln nach dem Austrocknen wieder unter Wasser, so ergrünen sie binnen 24 Stunden aufs Neue, und ihr Inhalt verlässt die Cystenhülle entweder ungetheilt, oder nach erfolgter Theilung in zwei bis drei Partien in der Form grosser, membranloser, chlamydomonasartiger Schwärmer. Die Individuen der neuen Generation umgeben sich während des Schwärmens mit einer gallertigen Hülle, innerhalb welcher sie sich durch rasch wiederholte Theilungen aufs Neue aus 16 beisammen bleibenden Schwärmern bestehende Kolonieen heranbilden, welche sich wieder mehrere Generationen hindurch ungeschlechtlich fortpflanzen.

[1] On Fecundation in Eudorina elegans and Cryptoglena. Annals of Natur. Hist. III. Ser. Vol. II. 1858. — Vgl. Stein, Der Org. III. 137.

[2] Ueber die Paarung der Schwärmsporen. Monatsber. d. Berl. Akad. 1869. Vgl. die krit. Besprechung durch de Bary, in Bot. Ztg. 1870. No 6, ferner die hierauf von Pringsheim ertheilte Antwort, Bot. Ztg. 1870. No 17. Vgl. ferner: Sachs, Lehrb. d. Botanik IV. Aufl. (1874) 258.

Kurze Zeit, nachdem Pringsheim diese geschlechtliche Vermehrung bei Pandorina entdeckt hatte, wurde der Conjugationsprocess von Velten bei *Chlamydococcus pluvialis* und von Rostafinski bei *Chlamydomonas multifilis* beobachtet.

Nach den Untersuchungen von Velten[1] conjugiren sich die Chlamydococcen nicht mit ihren Geisselenden, sondern mit den entgegengesetzten hinteren Enden. Von den beiden gleich grossen Schwärmern ist der eine, von Velten als *Weibchen* bezeichnet, meist membranlos und pflegt — obgleich nicht immer — seine zwei Geisseln alsobald einzuziehen; der andere Schwärmer, das *Männchen*, ist dagegen stets von einer abstehenden Membran umgeben und pflegt die Geisseln bis zur Verschmelzung mit dem Vorigen beizubehalten. Wie bei Pandorina, schliesst die Conjugation auch bei Chlamydococcus mit einem vollständigen Verschmelzen ab, nur dass es hier der männliche Schwärmer ist, dessen Protoplasmaleib vom hinteren Körperende aus in den weiblichen Schwärmer eindringt und in den Leib desselben gewissermassen hineinschmilzt. Ob die auf diese Weise gebildeten Zygosporen sich encystiren und in einen Ruhezustand übergehen — was nach Analogieen zu schliessen sehr wahrscheinlich scheint — darüber liefern die Untersuchungen von Velten keinerlei Aufklärung. Uebrigens ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen und wird sogar von Rostafinski[2] für wahrscheinlich gehalten, dass der soeben geschilderte Vorgang nicht einmal eine Conjugation vorstellt, sondern dahin zu erklären ist, dass die Velten'schen weiblichen Schwärmer irgend einer gefrässigen Monadine entsprechen, durch welche der Inhalt der Chlamydococcen (der Velten'schen männlichen Schwärmer) in derselben Weise ausgeleert wird, wie die Chlamydomonaden durch die von Cienkowski beschriebene *Colpodella pugnax*.[3] Anderseits muss jedoch hervorgehoben werden, dass die weiter unten mitzutheilenden Untersuchungen von Stein an Chlamydomonaden die Richtigkeit der Velten-schen Beobachtungen zu bekräftigen scheinen.

Um vieles wichtiger sind die von Rostafinski über eine mit vier Geisseln versehene Chlamydomo-

[1] Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. Bot. Ztg. 1871. No 23. 383.

[2] Diss. infr. cit.

[3] Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 214.

nadine, nämlich *Chlamydomonas* (richtiger *Tetraselmis*) *multifilis* mitgetheilten Angaben.[1] Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung dieses Flagellaten pflegt sich die Mutterzelle in 4, seltener blos in 2 Tochterzellen zu theilen; bei der geschlechtlichen Fortpflanzung hingegen entwickeln sich aus der Mutterzelle durch wiederholte Zweitheilung 8 kleine Schwärmer (*Mikrogonidien, Mikrozoosporen*), welche von der ungeschlechtlichen Generation, ausser ihrer kleineren Gestalt, hauptsächlich durch die Grösse des farblosen Fleckes am vorderen Körperende verschieden sind. Bei diesen Mikrogonidien findet dann, wie bei den Schwärmern von Pandorina, eine am farblosen Körperende beginnende paarweise Copulation statt; dieselben werden abgerundet, verlieren die Geisseln, encystiren sich und wachsen zu grossen undurchsichtigen Kugeln heran. Die nach dem Austrocknen aufs neue unter Wasser gelangten Zygosporen beginnen sich alsbald zu theilen, die Tochterzellen aber schwärmen nicht sofort aus, sondern unterliegen einer weiteren Vermehrung durch Theilung, wobei dieselben vorerst gloeococcus- dann pleurococcusartige Kolonieen bilden, aus welchen die ungeschlechtliche Generation der grossen Schwärmer erst später ausschwärmt.

Stein beobachtete die Conjugation noch bei zwei Chlamydomonadinen sowie bei *Euglena viridis*; er sah bei letzterer die conjugirten Paare vom hinteren Körperende blos bis zur Leibesmitte verwachsen, will aber nicht im mindesten bezweifeln, dass die Conjugation in einem vollständigen Verschmelzen der gepaarten Individuen ihren Abschluss findet, sowie dass endlich auch die beiden Kerne verschmelzen, worin Stein den eigentlichen Act der Befruchtung erblickt.[2] Auch bei *Chlamydomonas Pulvisculus* beginnt die Verschmelzung der meist gleich grossen Schwärmer am hinteren Körperende, und verschmelzen schliesslich auch die beiden Kerne.[3] Dagegen copuliren sich bei einer anderen, wahrscheinlich der *Chlamydomonas monadina* entsprechenden Chlamydomonadine zwei Individuen von verschiedener Grösse: das eine um vieles grössere Individuum verliert die Geisseln, und auf dessen vorderes Körperende pfropft sich, gleichfalls mit dem Geisselende, ein um vieles kleinerer Schwärmer auf, um sein Körperplasma, wie nach Velten das männliche Individuum von Chlamydococcus, in die ruhende grössere Zelle zu ergiessen.[1]

[1] Ueber Paarung von Schwärmsporen. Bot. Ztg. (1871) No 46. 785.

[2] Der Org. III, 146. Taf. XXI. Fig. 10 u. 11.

[3] Op. cit. 130.

Die von der Auffassung anderer Forscher so wesentlich abweichende Stein'sche Lehre von der bei den Flagellaten auf die Copulation folgenden Bildung von Embryonen, will ich hier vorläufig unerörtert lassen, und übergehe auf die Schilderung der sexuellen Fortpflanzung in der Gattung *Volvox*.

Die Kenntniss der sexuellen Fortpflanzung der *Volvoceen* haben wir, wie bereits erwähnt, hauptsächlich dem hochverdienten Cohn zu verdanken;[2] die Untersuchungen von Carter[3] und von Stein[4] enthalten zumeist nur eine Bestätigung der Richtigkeit der von Cohn erforschten Thatsachen, und modificiren und erweitern dieselben nur unwesentlich.

Die geschlechtliche Generation tritt bei der Gattung Volvox nach mehreren ungeschlechtlichen Generationen auf. Männliche und weibliche Fortpflanzungszellen werden entweder in derselben Kolonie gebildet, und sind daher solche Volvoxkugeln monoecisch, wie *Volvox Globator*; oder es entwickeln sich die männlichen und weiblichen Fortpflanzungszellen in besonderen Kolonieen: solche Volvoxkugeln sind dann, wie *V. minor* und *V. Carteri*, dioecisch.

Die von Cohn als *Gynogonidien*, von Stein als *weibliche Individuen* bezeichneten weiblichen Zellen sind anfangs von den *Parthenogonidien* in nichts verschieden; trotzdem können die geschlechtlichen Kolonieen meist schon im sehr jungen Zustand von den ungeschlechtlichen Kolonieen dadurch unterschieden werden, dass die den Sterilen an Grösse um vieles überlegenen Fortpflanzungszellen viel zahlreicher vorhanden sind, als die Parthenogonidien: so beträgt die Anzahl der Gynogonidien bei *V. Globator* 20 bis 40, bei *V. Carteri* 30 bis 50, und blos bei *V. minor* kommen nicht mehr wie 8 zur Entwickelung. Die Gynogonidien zeigen ein rasches Wachsthum und, da hauptsächlich das Chlorophyll vermehrt wird, sind die älteren von dunkelgrüner Farbe; das wegen der vielen Vacuolen anfangs schau-

[1] Op. cit. Taf. XV. Fig. 40—43.

[2] Vgl. Diss. cit., insbesondere: Die Entwickelungsgeschichte der Gattung Volvox. Breslau. 1875.

[3] On the two Volvoces and their specific Differences. Annals of. Natur. History. 3. ser. 3. 1859. Vgl. Cohn und Stein.

[4] Der Org. III.

mige Plasma wird allmälig vollkommen dicht. Ihre gallertige Hülle bildet beim Heranwachsen der Zellen einen in das Innere der Kugel dringenden Vorsprung, und allmälig nehmen die Gynogonidien die Form eines Kolbens an, indem der mit der gemeinsamen Hülle zusammenhängende äussere Theil gewissermassen einen Hals vorstellt, dagegen die dem Hohlraum der Kugel zugekehrte Partie bauchig geschwellt ist. Nachdem die Gynogonidien die Grösse von ca. 50 μ erreicht haben, werden dieselben innerhalb der, von COHN *Oogonien* genannten kolbenförmigen Hülle abgerundet, und stellen jetzt eine zur Befruchtung reife *Eizelle (Oosphaere, Befruchtungskugel* COHN) vor.

Die männlichen Zellen, nach COHN *Androgonidien,* sind anfangs den Parthenogonidien noch ähnlicher, da dieselben, nachdem sie etwa auf die dreifache Grösse der sterilen Zellen anwuchsen und blasenförmig in das Innere der Kugel vorspringen, sich wie die Parthenogonidien zur Theilung anschicken. Da jedoch die Zunahme des Chlorophylls mit der Vergrösserung nicht Schritt hält, sind die Androgonidien an ihrer blassgrünen Farbe leicht zu erkennen. Die sich innerhalb der, mit der gemeinsamen Hülle zusammenhängenden Specialhülle theilenden Androgonidien werden nicht zu morulaartigen Kugeln, wie die aus den Parthenogonidien entwickelten Tochterkolonieen, sondern es bilden sich aus ihnen, da die rasch aufeinander folgenden Theilungen stets in derselben Ebene vor sich gehen, scheibenförmige Kolonieen, welche aus sehr zahlreichen, kleinen, cylindrischen oder spindelförmigen Zellen bestehen.

Die Androgonidien und die aus diesen sich entwickelnden männlichen Kolonieen überschreiten bei dem monoecischen *Volvox Globator* selten die Zahl 5, während die männlichen Kolonieen des dioecischen *V. minor* * und *V. Carteri* etwa 100 Androgonidien enthalten. Die Androgonidien und scheibenförmige männliche Kolonieen producirenden Familienkugeln von *V. minor* waren bereits EHRENBERG bekannt und wurden von ihm unter dem Namen *Sphaerosira Volvox* als besondere Art beschrieben.

Die zu scheibenförmigen Kolonieen umgewandelten Androgonidien sind aus 64 bis 128 kleinen, blos 35 bis 44 μ grossen cylindrischen, gelblich oder blassgrün gefärbten Zellen zusammengesetzt, welche an ihrem gespitzten vorderen Ende zwei langen Geisselfäden tragen. Diese aus kleinen Schwärmern bestehenden Kolonieen, deren Individuen von COHN *Spermatozoiden,* von STEIN aber *männliche Individuen* genannt werden, beginnen nach vollständiger Entwickelung innerhalb ihrer kolbenförmigen Hülle eine wälzende, kreisende Bewegung. Nach einer gewissen Dauer hört diese Bewegung plötzlich auf, und die Kolonieen zerfallen in ihre Bestandtheile, die kleinen männlichen Schwärmer, welche aus der Hülle, in welcher sie eine Zeit lang sehr lebhaft wimmelten, austreten und im Binnenraum der Familienkugel umherschwärmen. Dies gilt wenigstens von dem monoecischen *Volvox Globator,* während bei den dioecischen Volvoceen die aus männlichen Schwärmern bestehenden Kolonieen, nach STEIN, sich nicht sogleich auflösen, sondern vereinigt ihre Mutterkolonieen verlassen, um die Eizellen enthaltenden weiblichen Kolonieen aufzusuchen.

Die aus dem gemeinsamen Verband freigewordenen männlichen Schwärmer oder Spermatozoiden haben einen gestreckten Leib; derselbe ist an einem Ende keulenförmig aufgetrieben, gelblich oder blass grünlich, während das entgegengesetzte Ende, welches zwei Geisseln und den vorspringenden blassrothen Augenfleck trägt und, nach STEIN, auch noch einen sehr kleinen Kern enthält, sich in einen langen farblosen Hals verjüngt, welcher sich, wie der Rüssel gewisser Ciliaten z. B. der Amphilepten, oder der Schwanenhals der Lacrymarien durch eine auffallende Beweglichkeit und Contractilität auszeichnet.

Diese kleinen Spermatozoiden sammeln sich um die entwickelte Eizellen enthaltenden Oogonien und sind durch die lebhaftesten und zudringlichsten Bewegungen bestrebt, durch die Hülle der Oogonien einzudringen. — Dass ihnen das schliesslich auch gelingt, scheint dadurch bewiesen, dass COHN Spermatozoiden auch innerhalb der Oogonien unmittelbar auf der Oberfläche der Eizellen beobachtete; übrigens hat die Vermuthung von STEIN,[1] wonach das Eindringen der Spermatozoiden nicht an jedem beliebigen Punkt, sondern nur durch den an der Oberfläche der gemeinsamen Hülle wahrscheinlich mit einer Oeffnung versehenen Hals der kolbenförmigen Oogonien möglich ist, viel Wahrscheinlichkeit.

Auf welchem Weg immer auch die Spermatozoiden eindringen mögen, so viel ist gewiss, dass die-

* Bei *V. minor* kommen nach COHN ausnahmsweise auch monoecische Kolonieen vor (Diss. cit. S. 24).

[1] Op. cit. 133.

selben in die unmittelbare Nähe der Eizellen gelangen und sich, nach den Untersuchungen von Cohn, an der Oberfläche der letzteren mit dem Leib anheften, während ihr Hals noch lange hin- und herschlängelt und, man möchte sagen, hämmernde Bewegungen ausführt. Ferner lässt sich — trotz dem Fehlen directer Beobachtungen — nicht im mindesten bezweifeln, dass einzelne oder mehrere Spermatozoiden mit den Eizellen schliesslich verschmelzen und dieselben befruchten.

Nach erfolgter Befruchtung werden die Eier zu *Oosporen*. An der Oberfläche der nackten Kugel werden zwei Hüllen abgesondert; an der äusseren *(Epispor)* wachsen bei *V. Globator* lange, spitze Stacheln aus, wodurch die ganze Spore einem Streitkolben ähnlich wird; dagegen bleibt das Epispor bei *V. minor* glatt, und bei *V. Carteri* bekommt es eine gewellte Oberfläche. Das Plasma der Sporen verliert allmälig die grüne Farbe und wird bei *V. Globator* ziegelroth, bei *V. minor* gelb.

Entwickelte Oosporen enthaltende Volvoxkolonieen wurden bereits von Ehrenberg beobachtet, aber für besondere Arten gehalten; den streitkolbenförmige Sporen enthaltenden *V. Globator* beschrieb er als *V. stellatus*, und den glatte kugelige Sporen führenden *V. minor* als *V. aureus*.

Die Volvoxkugeln selbst, welche bereits reife Oosporen enthalten, gehen zu Grunde, und die Sporen sinken im Wasser zu Boden, worauf sie ohne Zweifel erst nach längerer Ruhe, wahrscheinlich nach Austrocknen und wieder Ueberfluthen zu neuem Leben erwachen. Die Art und Weise, auf welche sich aus den Oosporen Volvoxkolonieen entwickeln, war bis in die jüngste Zeit unbekannt. Nach einer in russischer Sprache erschienenen und bei Cohn nicht näher citirten Abhandlung Cienkowski's scheint der Sporeninhalt in 8, später ausschwärmende Kugeln sich zu theilen.[1] In jüngster Zeit ist es Henneguy gelungen, die Entwickelung von *Volvox minor* (*V. dioicus* Cohn) aus Oosporen zu beobachten.[2] Nach diesem Forscher bedürfen die Oosporen zu ihrer Entwickelung der Austrocknung nicht. Bei den nach der Ruhezeit zur Entwickelung gelangten Sporen platzt die äussere Hülle *(Exosporium)*, während die gequollene innere Hülle *(Endosporium)* sammt Inhalt frei wird. Aus dem orangefarbigen Sporeninhalt wird durch regelmässige Furchung, während welcher die Farbe in braun, dann in grün übergeht, eine regelmässige Blastosphaere, in welcher die Parthenogonidien bereits unterschieden werden können. Nach beendigter Furchung verschwindet das gequollene Endospor, jede Zelle erhält zwei Geisseln und die junge Volvoxkolonie beginnt zu schwärmen.

Carter entdeckte die sexuelle Fortpflanzung auch noch bei einer anderen Volvocine, nämlich bei *Eudorina elegans*, konnte dieselbe aber leider nur fragmentarisch beobachten.[1]

Die geschlechtlichen Kolonieen von Eudorina sind von den gewöhnlichen Kolonieen mit 32 Schwärmern sofort zu unterscheiden, indem die gemeinschaftliche Hülle nicht kugelig, sondern eiförmig, und am hinteren Ende mit einer seichten Ausbuchtung versehen ist. Unter den, von den Schwärmern der ungeschlechtlichen Kolonieen in nichts verschiedenen und die Kolonie mittelst ihrer Geisseln in Bewegung erhaltenden 32 Zellen der geschlechtlichen Kolonieen machen die vier vorderen eine eigenthümliche Metamorphose durch. Der grüne Plasmaleib theilt sich, ohne sich zu vergrössern, vom hinteren Ende ausgehend in radiärer Richtung in 64 eng zusammengedrängte Partieen, welche die hintere Zellenhälfte einnehmen und von welchen durcheinander wogende Geisseln ausgehen, während die vordere Hälfte des Zellplasmas unterdessen beinahe vollkommen verbraucht wird; nur der Augenfleck und die beiden, eine Zeit lang noch thätigen Geisseln persistiren. Endlich berstet die Hülle der Mutterzelle, und die auf die beschriebene Weise gebildeten kleinen Schwärmer zerstreuen sich im Inneren der Eudorinakugel. Diese kleinen Schwärmer sind langschwänzige, spindelförmige Körperchen, an den beiden Enden farblos, am vorderen Körperende mit zwei Geisseln und einem sehr kleinen rothen Augenfleck versehen; sie können ihre Gestalt durch Contractionen und Biegung nach verschiedenen Richtungen sehr lebhaft verändern.

Inzwischen haben die übrigen 28 Zellen der geschlechtlichen Kolonie nur insofern eine Veränderung erlitten, als der Inhalt dunkelgrün geworden

[1] Cohn, diss. cit. 22.

[2] Generation of the Spores of Volvox dioicus. Ann. of. Nat. Hist. Vol. 3. 1878. — Vgl. Zoolog. Jahresbericht. (1880) I. Hälfte. 171.

[1] On the Fecundation in Eudorina elegans and Cryptoglena. Annales of Natur. Hist. III. ser. 2. 1859. — Vgl. Stein, Der Org. III. 139.

ist, und dass anstatt des einen, häufig 2 bis 4 Amylumkerne vorhanden sind; dabei sind die Geisseln in fortwährender Bewegung und bewirken ein Hin- und Herwälzen der ganzen Kolonie. Es ist kaum zu bezweifeln, dass letztere die weiblichen Individuen oder Eizellen, erstere aber die männlichen Schwärmer oder Spermatozoiden sind, welche sich um die Eizellen herumtummeln, an ihnen haften bleiben und sichtlich bestrebt sind in dieselben einzudringen. Das Eindringen, oder das Verschmelzen der männlichen Schwärmer mit den Eizellen konnte aber CARTER nicht beobachten, und eben so wenig ist er im Stande anzugeben, was weiter aus den befruchteten Eiern wird. Dass die befruchteten Zellen, wie CARTER vermuthet, ausschwärmen, wird von STEIN mit Recht für unwahrscheinlich erklärt; hingegen muss man, gestützt auf die Kenntniss von der sexuellen Fortpflanzung der Volvocen, eine Verwandlung der befruchteten Eier in Ruhesporen, mit STEIN, für wahrscheinlicher annehmen, und dies mit umsomehr Recht, als von COHN bei *Eudorina elegans* Ruhesporen mit rothem Plasma, welche sich nach dem Auflösen der Hülle der Familienkugel zerstreuen, in der That beobachtet wurden.

Wird das, was von der sexuellen Fortpflanzung der grünen Flagellaten derzeit bekannt ist, vor Augen gehalten, so wird die bereits oben geäusserte Voraussetzung, dass es fortgesetzten Forschungen gelingen dürfte die sexuelle Fortpflanzung auch bei jenen Flagellaten nachzuweisen, bei welchen dieselbe derzeit noch nicht bekannt ist, als berechtigt erscheinen. Insbesondere scheint es wahrscheinlich, dass die bei verschiedenen Flagellaten beobachteten Mikrogonidien, wie bei *Chlamydomonas (Tetraselmis) multifilis,* einer geschlechtlichen Generation entsprechen, und bestimmt sind paarweise zu verschmelzen; oder dieselben haben, wie bei der Gattung *Volvox* und *Eudorina,* die Bestimmung, als kleine Männchen oder Befruchtungszellen, Spermatozoiden, mit grösseren Zellen, den Eizellen, zu verschmelzen, d. h. die letzteren zu befruchten. Bei *Chlorogonium euchlorum* konnte STEIN die Conjugation der Mikrogonidien auch thatsächlich beobachten.[1]

Der Verschmelzungs- resp. Befruchtungsprocess, so weit derselbe bei den Flagellaten bekannt ist, führt stets zur Entwickelung von hartschaligen Zygosporen oder Oosporen, aus welchen nach längerer Ruhe, meistens nach Austrocknen- und wieder Ueberfluthetwerden einzelne oder mehrere, bei den einzeln lebenden Formen ihren unmittelbaren Vorgängern ähnliche, bei den Kolonieen bildenden aber — wie dies der vollkommen bekannte Entwickelungsgang von *Pandorina* zeigt — nach kurzem Schwärmen durch Beisammenbleiben der Theilungsprösslinge sich zu Schwärmerkolonieen umwandelnde Tochter-Flagellaten ausschwärmen. In alldem stimmen die grünen Flagellaten mit jenen, ihnen gewiss nächst verwandten Algen, welche sich durch Zygosporen, resp. Oosporen fortpflanzen, vollkommen überein. An dieser Stelle dürfte diesbezüglich genügen auf die Untersuchungen von CRAMER,[1] sowie von DODEL-PORT[2] über Ulothrix zonata, ferner auf jene von PRINGSHEIM[3] und von JURÁNYI[4] über die Oedogonien, resp. deren geschlechtliche Fortpflanzung zu verweisen. Bei Ulothrix werden aus den, durch Verschmelzung zweier gleicher Mikrozoosporen entwickelten Zygosporen und nach einer gewissen Rast durch Zerfall in 2, 3, 4, 10 bis 16 Theile eben so viele Makrozoosporen gebildet, welche nach kurzem Schwärmen sich niederlassen und zu Ulothrixfäden auswachsen; bei den Oedogonien aber werden die Oosporen, welche sich aus den Eizellen, nach vorangegangener Befruchtung durch die Spermatozoiden des männlichen Pflänzchens entwickelten, nach abgelaufener Ruhefrist von vier Schwärmern verlassen, und diese entwickeln sich, zur Ruhe gelangt, zu eben so vielen Oedogonien-Fäden.

Ich hielt es für nothwendig alldas vorauszuschicken, bevor ich auf die von allen übrigen Forschern abweichende STEIN'sche Ansicht von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Flagellaten übergehe. Wie bereits oben erwähnt, will STEIN die Verwandtschaft zwischen grünen Flagellaten und Algen nicht gelten lassen, sondern hält erstere für wahre Thiere und deren Kerne und pulsirenden Vacuolen für höchst wichtige animalische Charaktere.[5]

[1] Der Org. III. Taf XVIII. Fig. 26—29.

[1] Ueber Entstehung und Paarung der Schwärmsporen von Ulothrix. Bot. Ztg. 1871. No 5. S. 76. und No 6. S. 89.

[2] Ulothrix zonata. Ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung. Jahrb. f. wiss. Bot. X. Bd. (1876) 417. Ferner: An der unteren Grenze des pflanzlichen Geschlechtslebens. Kosmos. I. Jahrg. (1877) 219.

[3] Morphologie der Oedogonien. Jahrb. f. wiss. Bot. I. Bd. (1857) 1—81.

[4] Oedogonium diplandrum. Ért. a term. tud. kör. Kiadja a magy. tud. Akad. Nr. IX. und XII. 1871.

[5] Der Org. III. 47, 51.

Nach den weiter oben, bei der Erörterung des Verhältnisses zwischen Schwärmsporen, Algen, Pilzen und Flagellaten Gesagten wäre es überflüssig, mich noch einmal in die Widerlegung dieser Auffassung einzulassen; es möge hinreichen hier zu wiederholen, dass Kerne und pulsirende Vacuolen heute bereits bei den Schwärmern mehrerer Algen bekannt sind, demzufolge jene Unterschiede in der Organisation der Schwärmsporen und Flagellaten überhaupt nicht existiren.

Wäre auch die geschlechtliche Fortpflanzung der *Pandorina Morum* durch Pringsheim's, und die der *Chlamydomonas (Tetraselmis) multifilis* durch Rostafinski's Untersuchungen von Beginn der Conjugation bis zu der aus den Zygosporen ausschwärmenden Generation nicht bekannt: so könnte man doch, das von der geschlechtlichen Fortpfianzung der nahe Verwandten Algen derzeit Bekannte in Betracht gezogen, schon a priori mit Recht voraussetzen, dass die geschlechtliche Fortpflanzung der Flagellaten von jener der Algen nicht wesentlich verschieden sei, und diese berechtigte Annahme wird durch die Untersuchungen von Pringsheim und Rostafinski in der That in vollem Umfang bestätigt.

Sowie Stein zwischen Flagellaten und Schwärm sporen — obschon, wie zu sehen war, thatsächlich nicht existirende — Organisations-Unterschiede annimmt, so vermuthet er auch darin fundamentale Unterschiede zwischen Algen und grünen Flagellaten, dass sich bei den Flagellaten, so wie bei den Ciliaten — deren «acinetenförmige Embryonen» Stein noch immer für echte Embryonen hält — die auf Geschlechtlichem Weg zu Stande gekommene Generation aus den Kernen entwickelt. [1]

Stein thut der vom Kern ausgehenden Fort pflanzung von *Euglena viridis* bereits in dem die Hypotrichen behandelnden Theil seines monographischen Werkes Erwähnung,[2] und ist geneigt anzunehmen, dass die sich in den Theilungspartieen der vergrösserten Kerne entwickelnden kleinen farblosen Schwärmer auf geschlechtlichem Weg erzeugt wurden. In dieser Annahme wurde Stein nur noch bestärkt durch seine neueren eingehenden Untersuchungen über die Flagellaten, deren wichtigstes Ergebniss er darin erblickt, dass es ihm gelang, die aus den Kernen ausgehende geschlechtliche Fortpflanzung bei den Gattungen *Chlamydomonas, Phacus, Euglena* und *Trachelomonas,* sowie bei einigen weiteren Flagellaten nachzuweisen.[1]

Soweit aus den bisher erschienenen Text des Stein'schen Werkes,[2] den veröffentlichten Tafeln und deren Erklärung zu entnehmen ist, würde sich die geschlechtliche Fortpflanzung der Flagellaten in folgender Weise gestalten: Die Conjugation wird mit der Copulation zweier Individuen, resp. durch das Einschmelzen der kleinen männlichen Individuen in die grossen Eizellen, sowie mit der Verschmelzung der Kerne der gepaarten Zellen abgeschlossen, und das letztere würde den eigentlichen Befruchtungsact repräsentiren. Hierauf nimmt der Kern auf Kosten des grünen Plasmaleibes des Flagellaten beträchtlich zu, und wird entweder selbst zur *Keimkugel,* oder er theilt sich in mehrere Partieen, und diese Theilungsstücke werden zu Keimkugeln. Diese Keimkugeln zerfallen dann innerhalb der Membran durch rasch sich wiederholende, radiär und quer verlaufende Theilung in kleine Kügelchen, und bilden auf dieser Entwickelungsstufe *Keimsäcke,* welche bald darauf bersten und die winzigen, farblosen *Embryonen* ausschwärmen lassen. Wie aus diesen winzigen, farblosen «*Embryonen*» wieder grüne Flagellaten zu Stande kommen, das vermochte Stein nicht zu erforschen.

Wie ich bereits oben anführte, wurden mit den in den Kernen der Flagellaten sich Entwickelnden vollkommen übereinstimmende, winzige farblose Schwärmer auch in den Kernen mehrerer Rhizopoden beobachtet und bald für Befruchtungskörperchen, bald für Embryonen angesprochen, während neuere Forschungen ergaben, dass diese kleinen Schwärmer eigentlich parasitischen Chytridiaceen angehören. Gestützt auf diese Ergebnisse, sowie auf die Kenntniss der geschlechtlichen Fortpflanzung mehrerer Flagellaten und verwandter Algen, zögere ich nicht im Mindesten zu behaupten, dass die von Stein für Embryonen angesprochenen winzigen Schwärmer nicht dem Entwickelungskreis der betreffenden Flagellaten angehören, sondern lediglich parasitische Chytridiaceen sind. Die grossen Verwirrungen, welche durch parasitische Organismen in der Erforschung der Protisten verursacht wurden, sowie die Schwie-

[1] Der Org. III. S. VIII.
[2] Der Org. II. Abth. 56, 61, 67.

[1] Der Org. III. S. VIII.
[2] III. 130, 146.

rigkeiten, mit welchen die Aufklärung der wahren Natur der die niedersten und kleinsten Wesen verheerenden Parasiten verbunden ist, sind allgemein bekannt; auch STEIN muss zugeben, dass er selbst durch parasitische Chytridiaceen, gleich Anderen mehrere Male irregeleitet wurde;[1] ein solcher Irrthum war es, als STEIN die in encystirten *Vorticellinen* zur Entwickelung gelangenden parasitischen Chytridiaceen für Embryonen der Vorticellen ansprach;[2] ferner, als CIENKOWSKI in den in *Nassula ambigua* zur Entwickelung gelangten Chytridiaceen die Embryonen der Nassula erblickte;[3] endlich wurden, wie weiter unten gezeigt werden soll, durch parasitische Protisten alle Forscher auf Irrwege geleitet, die die in den Ciliaten sich entwickelnden Acinetinen für wahre Embryonen der betreffenden Ciliaten ansahen; und meines Erachtens wurde STEIN auch in seinem neuesten Werk durch parasitische Chytridiaceen, welche er für geschlechtlich erzeugte Embryonen der Flagellaten hielt, auf den nämlichen Irrweg geleitet. Wenn irgendwo, so bewahrheitet sich in der Geschichte der Erforschung der Protisten der bekannte Ausspruch, dass Irrthümer den Weg bezeichnen, welchen die Forschung in dem Streben nach Wahrheit zurücklegte.

b) *Chlorophyllfreie Nudiflagellaten.*

Die Fortpflanzung der chlorophyllfreien Nudiflagellaten erfolgt, soweit dieselbe aus den Untersuchungen von JAMES CLARK,[4] BÜTSCHLI[5] und STEIN[6] bekannt ist, am häufigsten durch Theilung, welche in einer, das Geissel- und entgegengesetzte Ende verbindenden und mit der Längs-Achse meist zusammenfallenden Achse verläuft; diese Längstheilung ist insbesondere bei den Repräsentanten folgender, von STEIN aufgestellter Familien bekannt: *Monadina, Dendromonadina, Craspedomonadina, Bicoccida, Cryptomonadina,* Astasiaca,** Scitomonadina.*

Der Theilung des Protistenleibes geht — wie bei jenen grünen Flagellaten, welche sich während der Schwärmperiode theilen — vermuthlich stets die Entwickelung der neuen Geissel oder Geisseln voran; in Folge dessen sind die sich zur Theilung anschickenden Flagellaten, deren Körper gewöhnlich der Breite nach verdickt ist, vorübergehend mit überzähligen Geisseln versehen. Bei *Anthophysa* soll, nach JAMES CLARK, auch die Hauptgeissel an der Theilung participiren: zuerst wird dieselbe stärker und spaltet sich darauf der Länge nach;[1] dasselbe wird bei DALLINGER und DRYSDALE von einer Monadine behauptet, bei welcher gleichfalls eine Spaltung der Geissel der ganzen Länge nach beobachtet wurde.[2]

Dass sich an der Theilung auch der Kern betheiligt, ergibt sich wohl von selbst. Nach den zahlreichen hierauf bezüglichen Abbildungen bei STEIN streckt sich der bläschenförmige Kern in der Querachse des Flagellaten, dann schnürt er sich biscuitförmig ein und theilt sich zum Schluss in dieser Einschnürung. BÜTSCHLI hat bei *Anisonema sulcatum* auch die feinen Structurveränderungen des sich theilenden Kernes studirt, und gelangte zu folgenden Ergebnissen: Bereits kurze Zeit vor dem Erscheinen der Theilungsfurche, oder gleichzeitig mit dieser, streckte sich der Kern bandartig in der Querachse des Protisten. Am *Binnenkörper* (d. i. dem Kernkörperchen des bläschenförmigen Kerns) konnten mit ziemlicher Bestimmtheit an ihren Enden knotenförmig verdickte Längsstreifen unterschieden werden. Mit dem Fortschreiten des Theilungsprocesses erhielt der bandartige Kern eine mittlere Einschnürung und in den beiden Endanschwellungen konnten Binnenkörper (Nucleolen) unterschieden werden; letztere blieben noch eine Zeit lang durch einen dünnen

[1] Der Org. III. 108.

[2] Infusionsthiere. 194, 203.

[3] Ueber Cystenbildung der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 3.

[4] On the Spongiæ Ciliatæ as Infusoria Flegallata; or Observations on the Structure, Animality and Relationship of Leucosolenia botryoides, Bowerbank. Memoires of the Boston soc. nat. hist. Vol. I. 1867.

[5] Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. 1878.

[6] Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. I. Hälfte. 1878.

* In die Familie der Cryptomonadinen sind bei STEIN chlorophyllfreie (*Chilomonas*) und chlorophyllhaltige (*Cryptomonas, Nephroselmis*) Formen eingereiht.

** Dasselbe gilt von den STEIN'schen Astasieen, unter welchen die Gattung *Eutreptia* grün ist, während die Gattungen *Astasia, Heteronema, Zygoselmis* und *Peranema* kein Chlorophyll enthalten.

[1] Op. cit. 329.

[2] Researches on the life history of a Cercomonad, a lesson of Biogenesis. Monthl. micr. journ. Vol. X. 1873. — Vgl. HUXLEY, Az állat- és növényország határöve, übers. von GÉZA HORVÁTH, Természettud. Közlöny, IX. Bd. 90. Hft. 1877. 67.

Faden verbunden, bis schliesslich die sich abrundenden Kerne durch die sich stetig verengernde Einschnürung von einander getrennt wurden.[1]

Die Bedeutung dieser derzeit noch vereinzelt dastehenden Beobachtung liegt in dem Nachweis, dass jene feineren Structurveränderungen, welche während der Theilung die Zellkerne, sowie, nach Obigem, die Kerne der Monothalamien und, wie weiter unten dargelegt werden soll, die der Ciliaten charakterisiren, auch in den Kernen der Flagellaten auftreten.

Eine von der geschilderten durchaus verschiedene Art von Kernbildung für den Theilungssprössling wurde von Dallinger und Drysdale bei einer Monadine beschrieben. Nach den genannten Forschern bildet sich vor der Theilung der Monadine, unmittelbar neben dem alten Kern, ein kleines Körperchen, welches sich von diesem langsam entfernt und zum Kern des einen Theilungssprösslings entwickelt, während der andere Sprössling den alten Kern behält.[2] Ich glaube nicht, dass sich Bütschli irren sollte, wenn er diese Art Kernbildung für unwahrscheinlich erklärt.

Hinsichtlich der Theilungsrichtung scheinen von den übrigen farblosen Flagellaten die Stein'schen Spongomonadinen (*Cladomonas, Rhipidodendron, Spongomonas, Phalansterium*) abzuweichen, indem Stein von diesen eine Quertheilung anführt.

Bei *Monas Guttula* (= *Monas Termo Ehrb.*, J. Clark, *Spumella vulgaris Cienk.*) wurde von Cienkowski nicht nur eine Längstheilung — wie von anderen Beobachtern dieser Monadine, namentlich von James Clark, Bütschli und Stein — beobachtet, sondern auch eine Fortpflanzung mittelst seitlicher Knospen.[3]

Durch Theilung der Quere nach oder in schräger Richtung erfolgt die Fortpflanzung nach Schneider's,[4] Stein's[5] und Mereschkowsky's[6] einschlägigen Untersuchungen bei *Polytoma Uvella*; innerhalb der, von Mereschkowsky gewiss irrthümlich in Abrede gestellten Hülle geht, ohne dass der Flagellat seine Bewegungen einstellte, eine Theilung in zwei, sich dann noch ein- bis zweimal theilende Partieen vor sich, wodurch innerhalb der gemeinsamen Hülle aus 4 bis 8 Individuen bestehende volvoxartige temporäre Familienstöcke gebildet werden; später trennen sich die Individuen und beginnen einzeln umher zu schwärmen.

Ausser den bereits weiter oben behandelten Cienkowski'schen Monadinen (*Monadinae zoosporeae Cienk.*) — welche wegen des raschen Ueberganges aus der Flagellaten in die Rhizopodenform bei den Rhizopoden besprochen wurden — ist eine Encystirung bei relativ wenigen Flagellaten bekannt: nämlich beim soeben erwähnten *Polytoma*,[1] bei *Phalansterium consociatum*,[2] bei *Bodo caudatus* — einer von Stein aufgestellten und auf die Dujardin'sche *Amphymonas caudata* basirten, mit grösster Wahrscheinlichkeit aber mit der Cienkowski'schen *Colpodella pugnax*[3] identischen Monadine —, ferner bei mehreren nicht näher bestimmten *Bodonen* und *Monadinen*,[4] endlich bei *Monas Guttula*.[5] Während bei den Uebrigen auf der ganzen Oberfläche der zu einer Kugel contrahirten Protisten eine meist ziemlich dicke Membran abgesondert wird: entwickelt sich, nach Cienkowski, bei *Monas Guttula* im Inneren des noch Bewegungen ausführenden Flagellaten eine mit harter Schale und einem kurzen Stiel versehene kugelige Cyste. Eine ähnliche Encystirung wurde von Cienkowski auch bei einem bräunliches Pigment enthaltenden, und von ihm *Chromulina nebulosa* benannten Flagellaten beobachtet.[6] Ueber das fernere Schicksal der encystirten farblosen Flagellaten ist sehr wenig bekannt; Cienkowski sah aus den Cysten einer, zwischen faulenden Rotatorien und Insectenlarven schaarenweise angetroffenen Bodo-Art, ferner einer gleichfalls näher nicht bestimmten Monadine eine einzige Monadine ausschwärmen;[7] dagegen theilen sich die Colpodellen — nachdem sie sich mit dem ausgesogenen Inhalt der Chlamydo-

[1] Op. cit. 257.
[2] Op. cit. Vgl. Bütschli, op. cit. 257.
[3] Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. 1870. 434.
[4] Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 194.
[5] Der Org. III. Taf. XIV.
[6] Studien über Protozoën des nördlichen Russland. AMA. XVI. (1879) 183.

[1] Schneider, op. cit. 196. — Stein, Der Org. III. Taf. XIV. — Mereschkowsky, op. cit. 183.
[2] Cienkowski, Ueber Palmellaceen etc. AMA. VI. (1870) 430.
[3] Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 216. — Stein, Der Org. III. Taf. II.
[4] Cienkowski, l. c.
[5] Cienkowski, Ueber Palmellaceen etc. 434.
[6] Op. cit. 435.
[7] Beitr. zur Kenntn. d. Monaden. 217.

monadinen vollgepfropft, und behufs Verdauung sich encystirt haben — nach einer Ruhepause von gewisser Dauer in 4 bis 8 Theilungssprösslinge, welche sich durch eine kleine Oeffnung der Cystenwand hin durchdrängen und vor dem Auseinanderschwärmen — gleich den Schwärmsporen einiger niederer Pilze und Algen — eine kurze Zeit hindurch noch von einer zarten schlauchartigen Hülle umschlosen bleiben.[1] Von Stein wurde bei *Bodo caudatus* (wahrscheinlich mit *Colpodella pugnax* identisch) die im encystirten Zustand erfolgende Fortpflanzung und Ausschwärmung beobachtet; genannter Forscher thut aber der von Cienkowski bei Colpodella beschriebenen zarten gemeinschaftlichen Hülle keine Erwähnung.[2]

Eine Art mit Conjugation beginnender geschlechtlicher Fortpflanzung wurde von Dallinger und Drysdale an der schon oben erwähnten nicht näher bestimmten Monadine beobachtet. Nach den genannten Forschern schmiegen sich diese Monadinen paarweise an einander, verschmelzen allmälig zu einer einzigen dreieckigen Masse und beginnen, nachdem auch die letzte Spur einer Organisation verschwand, eine Periode der Ruhe. Nach kurzer Zeit aber treten in den Cysten wogende Bewegungen auf; die dreieckige Masse platzt an den Ecken plötzlich auf, und aus den Cysten ergiesst sich eine sehr feinkörnige dicke, gelbliche Substanz. Dallinger und Drysdale halten die in dieser Substanz sichtbaren Körnchen, von nicht mehr wie etwa 0,000127 mm. Durchmesser (!), für Keime, welche sich durch langsames Wachsthum zu Monadinen entwickeln.[3]

Auch Stein thut eines wahrscheinlich für Conjugation zu haltenden Processes Erwähnung, und zwar bei *Monas Guttula*[4] sowie bei *Codonosiga Botrytis*;[5] bei Beiden wird, wie bei der knospenförmigen Conjugation der Vorticellinen, ein kleineres Individuum gewissermassen auf ein grösseres aufgepfropft. Bei der letzteren, d. i. der knospenartigen Conjugation von *Codonosiga*, kann übrigens nach der von Stein gebotenen Abbildung mit demselben Recht an eine abnorm verlaufende Theilung, wie an Conjugation gedacht werden. Anderseits dürften bei der Conjugation von *Monas Guttula* die auf die grossen Monaden sich gewissermassen aufpfropfenden viel kleineren kugel- oder birnenförmigen Individuen als parasitische Chytridien aufgefasst werden; wenigstens sind die auch von Stein für Chytridien gehaltenen Gebilde an *Chlamydomonas Pulvisculus*[1] und *Chlorogonium euchlorum*,[2] nach den Abbildungen zu urtheilen, von den an *Monas Guttula* sitzenden Körperchen nicht verschieden. Uebrigens spricht auch Stein blos von «vermeintlichen» und nicht von bestimmten Conjugationszuständen. Stein scheint zur Annahme geneigt, dass der mit der vermeintlichen Conjugation beginnende sexuelle Fortpflanzungsprocess auch bei den farblosen Flagellaten zu einer vom Kern ausgehenden Fortpflanzung führt; wenigstens sind unter den Monadinen bei *Monas Guttula*,[3] unter den Astasieen bei *Menoidium pellucidum*,[4] und unter den Scytomonadinen bei *Tropidocyphus octocostatus*, *Anisonema grande* und bei *Entosiphon sulcatum*[5] aus dem ausgewachsenen Kern sich entwickelnde «*Keimkugeln*», sowie kleine «*Embryonen*» enthaltende «*Keimschläuche*» abgebildet, welche meiner Auffassung nach, wie die sich in den Kernen der Rhizopoden und grünen Flagellaten entwickelnden kleinen Schwärmer nicht den betreffenden Flagellaten angehören, sondern nur Schwärmer parasitischer Chytridiaceen sein können.

c) Cilioflagellaten.

Was über die Fortpflanzung einer der interessantesten, zugleich aber auch am schwierigsten zu erforschenden Gruppe der Flagellaten, der der Cilioflagellaten derzeit bekannt ist, erscheint — trotz der sehr eingehenden Studien von Stein über Süsswasser-, dann von Bergh über Süsswasser-, besonders aber marine Cilioflagellaten, endlich von G. Joseph über eine höhlenbewohnende Art — sehr lückenhaft und lässt viel zu wünschen übrig.

Dass die frei schwärmenden Cilioflagellaten sich nicht — wie Ehrenberg und Perty behaupteten — durch Längstheilung fortpflanzen, kann heute bereits für bewiesen gehalten werden; ebenso wenig ist zu bezweifeln, dass von genannten Forschern conjugirte

[1] Cienkowski, op. cit. 216.
[2] Der Org. III. Taf. II. Fig. V. 13.
[3] Vgl. Huxley, diss. cit., 68.
[4] Der Org. III. Taf. I. Fig. VI. 6—8.
[5] Op. cit., Taf. VIII. Fig. 10.

[1] Op. cit., Taf. XV. Fig. 11—15.
[2] Op. cit., Taf. XVIII. Fig. 24, 25 und 29.
[3] Loc. cit.
[4] Op. cit., Taf. XXIII.
[5] Op. cit., Taf. XXIV.

Paare für in Längstheilung begriffen angesprochen wurden.

Der Theilungsprocess ist bisher blos bei *Peridinium tabulatum, Glenodinium cinctum, Gymnodinium Pulvisculus* und *G. Vorticella* bekannt; derselbe wurde bei Allen von STEIN entdeckt,[1] und die Untersuchungen von BERGH über *Peridinium* und *Glenodinium*[2] dienen blos zur Bestätigung der Richtigkeit der STEIN'schen Beobachtungen.

Die sich theilenden Ciliolagellaten umgeben sich mit einer abstehenden gallertigen Hülle, contrahiren sich innerhalb dieser zu Kugeln und zerfallen der Quere nach in zwei gleiche Hälften, welche nach Erlangung ihrer charakteristischen Organisation bei den gepanzerten Formen (*Peridinium, Glenodinium*) auch noch beim Verlassen der gallertigen Cysten membranlos sind und erst während des freien Schwärmens ihre Panzer absondern. Unter den gepanzerten Formen ist *Peridinium* insofern von *Glenodinium* verschieden, als jenes, im Begriff sich zur Theilung anzuschicken, den Panzer nicht verlässt, während das letztere sich häutet. Es führt jedoch die bei den gepanzerten Cilioflagellaten sehr häufig zu beobachtende und bereits von CLAPARÈDE und LACHMANN[3] beschriebene Häutung nicht immer zur Theilung. Die Zahl der Theilungssprösslinge beträgt gewöhnlich zwei; nur bei *Gymnodinium Pulvisculus* wurde einmal von STEIN eine Cyste mit vier Theilungssprösslingen angetroffen.[4]

Nach den Untersuchungen von STEIN erfolgt bei den Cilioflagellaten, wie bereits erwähnt, stets eine Quertheilung, welche mit der bei den meisten übrigen Flagellaten beobachteten Theilungsrichtung, welche den Körper in einer vom Geissel-, zum entgegengesetzten Ende verlaufenden Achse halbirt, vollkommen übereinstimmt, da dieser Achse bei den Cilioflagellaten die Querachse des Körpers entspricht.

Ich muss hier noch der, von CLAPARÈDE und LACHMANN[5] mit See- und Süsswasser-Cilioflagellaten, von STEIN[6] aber mit *Peridinium tabulatum* angetroffenen eigenthümlichen, closterienförmigen Cysten erwähnen. Von diesen ziemlich derben und starren Cysten werden bald einzelne, gestreckte, nackte peridinienartige Körper, bald 4 bis 8 sehr kleine nackte Peridinien oder — nach STEIN's Gattungscharakteren — richtiger Gymnodinien eingeschlossen. Diese Cysten sind höchst wahrscheinlich Ruheformen von Peridinien und Glenodinen, welche ihre Panzer abgeworfen haben, und die in ihnen zur Entwickelung gelangten Cilioflagellaten, welche Mikrogonidien genannt werden könnten, sind durch mehrfache Theilung des encystirten Plasmaleibes entstanden.

Wie bereits erwähnt, haben EHRENBERG und PERTY von mehreren Cilioflagellaten eine während des freien Schwärmens sich vollziehende Längstheilung behauptet, und auch von CLAPARÈDE und LACHMANN[1] wurde eine kleine Seewasser-Peridinee angeführt und abgebildet, deren aus zwei freien rückwärtigen und einem gemeinsamen vorderen Theil bestehender Leib von den genannten Forschern als in Längstheilung begriffen angesprochen wurde. Dieser Auffassung gegenüber wurde durch die Untersuchungen von STEIN und von JOSEPH über allen Zweifel erhoben, dass solche Paare sich nicht in Theilung, sondern in Conjugation befinden, und nach beiden Forschern bildet diese Conjugation den Ausgangspunkt einer geschlechtlichen Fortpflanzung der Cilioflagellaten.

Nach STEIN's an *Gymnodinium Pulvisculus* angestellten Untersuchungen[2] vereinigen sich die stets gleich grossen Conjugations-Paare mit den entgegengesetzten Rändern der Bauchseite — d. h. der concaven Körperseite — und verschmelzen, ohne das Schwärmen aufzugeben, allmälig vollständig, wobei auch die Kerne der beiden Individuen zu einer Kugel verschmelzen. Die durch Copulation je zweier Individuen entstandenen, und von STEIN als *geschlechtliche Generation* aufgefassten Gymnodinien sind, von der Grösse abgesehen, von den Gewöhnlichen in nichts verschieden. Aus den durch die Vereinigung zweier Kerne befruchteten Kernen selbst, oder wie STEIN nach einzelnen Beobachtungen vermuthet, aus den in den Kernen sich entwickelnden Kugeln entstehen «*Keimkugeln*», welche je eine helle Blase und in dieser einen centralen Kern enthalten, und hierdurch, wie sich STEIN ausdrückt, mit Eiern, welche ein Keimbläschen und einen Keimfleck einschliessen, vollkommen übereinstimmen. Die Keimkugeln bleiben in den meisten Fällen ungetheilt, nur

[1] Der Org. III. 94.

[2] Der Organismus der Cilioflagellaten. Eine phylogenetische Studie. MJ. VII. (1881) 240, 248.

[3] Études. III. 71.

[4] Op. cit., 95.

[5] Ét. III. 70.

[6] Op. cit., 94.

[1] Op. cit., 73. Taf. 13, Fig. 22.

[2] Op. cit., 95.

selten theilen sie sich in zwei Hälften, wodurch übrigens der weitere Entwickelungsgang nicht im mindesten beeinflusst wird. Letzterer besteht darin, dass die Substanz der einzigen oder der zwei Keimkugeln allmälig in sehr viele, blos durch die sehr dünne Membran der Keimkugeln zusammengehaltene kleine Kügelchen zerfällt, an deren Bildung die unverändert bleibenden centralen Bläschen sich nicht betheiligen. In dieser Weise sind aus den Keimkugeln zahlreiche kleine Embryonen enthaltende *Keimschläuche* entstanden; die Organisation und das Ausschwärmen dieser Embryonen wurde aber von STEIN nicht erforscht.

Aus dieser Schilderung geht hervor, dass die STEIN'schen Untersuchungen über die geschlechtliche Fortpflanzung der Cilioflagellaten im Wesentlichen zu denselben Ergebnissen führten, wie bei den Nudiflagellaten; auch bei den Cilioflagellaten entwickeln sich aus den veränderten Kernen der geschlechtlichen Generation kleine «*Embryonen*», deren Organisation aber STEIN nicht zu ergründen vermochte, und deren weiteres Schicksal in ein gleiches Dunkel gehüllt ist, wie das der Embryonen der Nudiflagellaten. Solche «*Embryonen*» kamen, wie bei zahlreichen Nudiflagellaten, so auch bei *Peridinium tabulatum* auch mir recht oft zur Beobachtung, und ich konnte mich auf das Bestimmteste überzeugen, dass es nichts anderes, als Schwärmer parasitischer Chytridieacen sind, welche aus dem Inneren der Peridinien durch flaschenhalsförmige Röhren hervorschwärmen; letztere Röhren sprossen von der Oberfläche noch nicht in Schwärmer zerfallener «*Keimkugeln*» und durchbrechen schliesslich den Panzer der Peridinie; die frei gewordenen Schwärmer siedeln sich an der Oberfläche gesunder Peridinien an und entwickeln sich zu Chytridinienzellen. Ich kann mich demnach der Auffassung von BERGH, wonach sich die STEIN'schen Untersuchungen auf offenbar durch Parasiten befallene Individuen beziehen,[1] vollkommen anschliessen.

Ausser STEIN hat auch G. JOSEPH eine geschlechtliche Fortpflanzung beschrieben, und zwar von dem in den Wässern der bei Adelsberg gelegenen Höhle Pinka jama lebenden *Peridinium stygium*.[2] Von diesem Cilioflagellaten bevölkern zwei Formen die in der Höhle befindlichen Pfützen: nämlich eine ungepanzerte kleinere, nach den STEIN'schen Gattungscharakteren in die Gattung *Gymnodinium* gehörige Form, und dann eine grössere Form mit einem aus 25 unregelmässig pentagonalen Täfelchen gebildeten Panzer, welche demnach in die Gattung Peridinium gehört. Erstere sind die jungen, letztere die entwickelten, mit der Panzerbildung gleichzeitig auch geschlechtsreif gewordenen Individuen von Peridinium stygium.

Die geschlechtliche Fortpflanzung dieser Art geht nach den Untersuchungen von JOSEPH, folgender Weise vor sich: Die Peridinien conjugiren sich paarweise, und zwar scheinen sie mittelst einer Substanz, welche aus einem in der Längsfurche der hinteren Körperhälfte befindlichen Spalt (Mundöffnung) hervorquillt, an einander zu kleben. Die conjugirten Individuen vereinigten sich stets in entgegengesetzter Lage, so dass die eine hintere Körperhälfte nach vorne, die andere nach hinten gerichtet war, und frei hervorragte. Die Kerne näherten sich einander und schienen eine einzige bisquitförmige Masse zu bilden, in welcher winzige Körnchen ein lebhaftes Wimmeln zeigten; ob hierbei ein Austausch von Kernsubstanz stattfand, konnte nicht entschieden werden. Eine Copulation der Paare erfolgte niemals, sondern es trennten sich dieselben wieder, warfen Geisseln und Cilien ab, und die Bewegungen hörten auf. Hierauf begannen die Kerne auf Kosten der Körpersubstanz zu wachsen und bildeten entweder einzelne Kugeln, oder theilten sich in zwei Stücke, umgaben sich mit einer zarten Hülle und sprengten endlich die Panzer, um ins Freie zu gelangen.

Für die weitere Entwickelung ist es massgebend, ob die Kerne vereint geblieben sind oder sich getheilt haben. Im letzteren Fall entwickelt sich jeder Kerntheil zu einem Gymnodinium. Im ersteren Fall dagegen füllen sich die Kernkugeln oder «*Keimkugeln*» — nachdem die Körnchen aus ihrer Substanz verschwunden sind — mit je ein helles Centrum aufweisenden zahlreichen Bläschen. Diese Bläschen werden stetig grösser, sprengen die Membran der Keimkugeln und gelangen ins Freie, um sich hier zu Gymnodinien zu entwickeln, aus welchen später Peridinien werden.

Inwiefern die geschilderte «geschlechtliche Fortpflanzungsart» auf richtigen Beobachtungen beruht, das zu entscheiden werden erst fernere Untersuchungen ermöglichen.

[1] Op. cit. 191.

[2] Ueber Grotten-Infusorien. Vortrag in der Sitzung der naturwiss. Sect. der schles. Gesellsch. für vaterl. Cultur am 13. Nov. 1878. Zoolog. Anz. No. 22. (1879) 114.

4. Noctilucen.

Die Fortpflanzung der Noctilucen ist aus den von BRIGHTWELL [1] und von CIENKOWSKI [2] an *Noctiluca miliaris* angestellten Untersuchungen bekannt.

BRIGHTWELL hat eine hauptsächlich im Herbst und Winter stattfindende Fortpflanzung durch Theilung beobachtet, bei welcher die Individuen theils noch während ihrer freien Bewegung, theils nach Verlust der Geisseln und Fühler sammt den Kernen in zwei gleiche Theile zerfallen.

Dagegen hat CIENKOWSKI eine Fortpflanzung durch Knospung beobachtet, deren erste Phasen lebhaft an die partielle Eifurchung erinnern. Schon BUSCH [3] that nach Verlust der Geisseln und Tentakeln zu Kugeln contrahirter bläschenförmiger Noctilucen Erwähnung, in welchen sich Keime bilden, welche sich zu kleinen Noctilucen umwandeln. Diese Schwärmer kommen nach CIENKOWSKI auf folgende Weise zu Stande: Die zur Knospenbildung sich anschickenden Noctilucen ziehen Geissel und Tentakel ein und verlieren die Mundöffnung; inzwischen zieht sich das Protoplasma, in welchem auch der Kern zu verschwinden scheint, auf ein Segment der bläschenförmigen Körperhülle. Hierauf zerfällt die in eine Scheibe vereinigte Körpersubstanz, das sogen. *Schild*, gleich einem Eie mit partieller Furchung, durch wiederholte Theilung in 2, 4, 8, 16 und mehr Theile. Mit fortschreitender Theilung treten die Protoplasmatheilchen sammt der dieselben bedeckenden Hülle immer mehr knospenartig hervor; nachdem diese Knospen eine Grösse von etwa 0,016 bis 0,22 mm. erreichten, entwickelt sich an deren freiem Ende eine feine Geissel, worauf dieselben von der Basis sich abschnüren und auseinanderschwärmen. Diese kleinen Schwärmer zeigen einen neben der feinen Geissel hervorragenden fadenförmigen Fortsatz, aus welchem sich später der Tentakel entwickelt; dieselben sehen mit dickem Strunk versehenen Hutpilzen ähnlich, und nehmen später, während des Schwärmens, beinahe eine Colpodenform an. Zuweilen wachsen die aus den Schildchen sprossenden Schwärmer vor der Abschnürung zu beträchtlicher Grösse an; in ihrem Inneren bildet sich ein Kern und ihr Plasma erhält ein schaumiges Gefüge, in welchem Zustand dieselben den bereits von BUSCH beschriebenen jungen Noctilucen sehr ähnlich sehen.

Von CIENKOWSKI wurde bei den Noctilucen auch eine Conjugation beobachtet. Zwei Noctilucen schmiegen sich mit der Seite, welche den Mund trägt, eng aneinander, verlieren die Geisseln und Tentakeln und verschmelzen, wobei sich auch die beiden Kerne vereinigen. Es ist wahrscheinlich, dass die Conjugation auf die Schwärmerbildung fördernd einwirkt; dass dieselbe aber der Knospenbildung nicht unbedingt vorangeht, dafür spricht der Umstand, dass CIENKOWSKI auch sehr kleine Noctilucen mit Knospen antraf.

[1] On Self-Division of Noctiluca. Quat. Journ. of Microsc. Sciences. Vol. III. 1855. Vgl. CLAUS, Grundzüge der Zoologie. III. Aufl. (1876) 144.

[2] Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. AMA. VII. (1871) 131; ferner: Sitzungsberichte der zoologischen Abtheilung der III. Versammlung russischer Naturforscher in Kiew. Mitgetheilt von KOWALEWSKY. ZWZ. XXII. (1872) 297.

[3] Beobachtungen über wirbellose See-Thiere. 1851. Vgl. BRONN, Class. und Ordn. des Thierreichs. Bd. I. (1859) 64.

5. Ciliaten.

A) Theilung und Knospenbildung.

Die Fortpflanzung der Ciliaten durch Theilung war, wie im Obigen dargelegt wurde, bereits den ersten Forschern der Protisten bekannt, und für einzelne Infusorien wurden die Details des Theilungsprocesses schon von den ersten Forschern genau beobachtet. So lieferte z. B. der unsterbliche Erforscher der Süsswasser-Polypen, ABRAHAM TREMBLEY bereits in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhundertes von der Theilung der Stentoren eine geradezu classische Beschreibung.[1]

Trotzdem, dass — wie oben erwähnt — die der Länge nach an einander geschmiegten Ciliaten bereits von LEEUWENHOEK und O. FR. MÜLLER als nicht in Theilung, sondern in «*Begattung*» begriffen angesprochen wurden: hielt sich die EHRENBERG'sche Auffassung von der sowohl durch Quer-, als durch Längstheilung erfolgenden Fortpflanzung der Ciliaten bis in die jüngste Zeit aufrecht, und der Conjugationsprocess musste von BALBIANI aufs Neue entdeckt werden. Durch die Untersuchungen von BALBIANI, STEIN, ENGELMANN, BÜTSCHLI u. A. wurde der endgiltige

[1] Des Herrn TREMBLEY Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süssen Wassers mit hörnerförmigen Armen. Aus dem Französischen übersetzt von JOHANN AUGUST EPHRAIM GOEZE. Quedlinburg, 1775. Vgl. ibidem: Abhandlung von den Strauss- und Trichterpolypen. 471—486.

Beweis geführt, dass eine Längstheilung nur bei sehr wenig Ciliaten stattfindet, und dass die in dieser Richtung paarweise zusammenhängenden Infusorien thatsächlich nicht in Theilung, sondern in Conjugation, einem weiter unten eingehender zu erörternden Vorgang begriffen sind.

Das, was wir beim heutigen Stand unserer Kenntnisse über die Fortpflanzung der Ciliaten durch Theilung wissen, lässt sich in Folgendem zusammenfassen.

Der Theilung geht, wenn auch nicht immer, so doch in den meisten Fällen ein Wachsthum des Ciliatenleibes in einer auf die Theilungsebene verticalen Achse voran; diese Achse aber entspricht — da die Theilung in den meisten Fällen nach der Quere erfolgt — der Längsachse des Protisten. Nur bei den einfachsten Formen, sagt Stein,[1] ist die Theilung kaum für mehr, als eine einfache Halbirung des Körpers und des Kernes anzusehen, so z. B. bei gewissen *Opalinen*. Je complicirter aber die Ciliaten organisirt sind, um so complicirter werden auch die während der Theilung verlaufenden Vorgänge sein; denn jede zu einem neuen Individuum bestimmte Körperhälfte muss sich so lange verändern, bis sie die mütterliche Organisation wenigstens in allen wesentlichen Punkten erreicht hat; erst dann kann die endgiltige Abschnürung stattfinden. In der einen Hälfte kann ein Theil der vorhandenen Organisation, wie z. B. das Peristom, der Mund, der Schlund etc. meist unverändert fortbestehen; dagegen müssen in der anderen Hälfte gerade diese Theile aufs Neue gebildet werden, und dieser Neubildung muss eine Vernichtung der derselben hinderlichen alten Organisation vorangehen. Am complicirtesten gestaltet sich der Theilungsprocess bei den *Oxytrichinen*, *Euplotinen* und *Aspidiscinen*, bei welchen nicht nur — wie bei den *Heterotrichen* — in der einen Hälfte der Mund mit dem complicirten Peristom neugebildet werden muss, sondern es entwickelt sich ausserdem in beiden Hälften ein ganz neues Ciliensystem, welches das alte verdrängt.

Die Theilung erstreckt sich natürlich auch auf die Kerngebilde, welche sich aber, wie Frey[2] und Stein[3] hervorheben, nicht immer, wie bei der gewöhnlichen Zelltheilung, vor der Theilung des Ciliatenleibes selbst theilen, sondern sehr häufig mit dieser Schritt halten; es lässt sich sogar an den Kerngebilden häufig noch gar keine Veränderung beobachten, wenn an der Körperoberfläche die die Theilung begleitenden Veränderungen bereits mehr-weniger vorgeschritten sind.

Die in Einzahl vorkommenden, kugeligen oder eiförmigen Kerne strecken sich vor ihrer Theilung in die Länge und erst dann theilen sie sich. Das Gegentheil geschieht bei den mit bandförmigen Kernen versehenen Ciliaten, den *Vorticellinen* und *Euplotinen*, bei welchen der Kern vor der Theilung sich verkürzt.

Bei den *Oxytrichinen* verschmelzen die beiden, nach Balbiani[1] und Bütschli[2] durch einen feinen Faden verbundenen Kerne vor der Theilung zu einem einzigen Körper und zerfallen erst dann in vier Theile. Auch die rosenkranzartigen Kerne, durch welche z. B. mehrere Arten der *Stentoren* und *Spirostomum ambiguum* charakterisirt sind, verschmelzen vor der Theilung in einen einzigen eiförmigen Körper.

Diese Details, welche wir hauptsächlich den Untersuchungen von Balbiani[3] verdanken, wurden grösstentheils auch durch andere Forscher bestätigt; die aus den einzelnen Beobachtungsergebnissen abgeleitete allgemeine Regel ist aber, nach Stein, doch nur im Grossen und Ganzen richtig, indem verschiedene Abweichungen von dem regelmässigen Verlauf vorkommen.[4]

Bei den mit sehr zahlreichen Kernen versehenen *Opalininen* (*Opalina Ranarum, O. obtrigona, O. dimidiata*) verhalten sich die Kerne, wie aus den schönen Untersuchungen von Zeller bekannt ist,[5] bei der Theilung ganz passiv, und es entfallen auf jede Theilungshälfte mehr oder weniger. Dasselbe fand Bütschli bei *Loxodes Rostrum*.[6]

[1] Der Org. I. 92.
[2] Das einfachste thierische Leben. (1858) 56.
[3] Der Org. I. 92.

[1] Du role des organes générateures dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. Tome III. No. IX. (1860) 75.
[2] Studien über die ersten Entwickelungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandl. der Senckenberg'schen naturforsch. Gesellsch. X. Bd. (1876) 381.
[3] Diss. cit.
[4] Der Org. II. 46.
[5] Untersuchungen über die Fortpflanzung der Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352.
[6] Studien etc. 288.

Schon bei STEIN [1] und bei BALBIANI [2] finden wir erwähnt, dass der Kern der *Urostyla grandis* während der Theilung eine zarte Längs- (BALBIANI) oder wellige Streifung (STEIN) annimmt; desgleichen fand auch ENGELMANN eine Längsstreifung an dem während der Theilung gestreckten Kern von *Didinium nasutum*.[3*] BÜTSCHLI hat diese zarte Streifung, welche nach der Theilung alsbald wieder verschwindet, während der Theilung und — wie weiter unten gezeigt werden soll — auch während der Knospenbildung an den Kernen zahlreicher Ciliaten (*Stylonychia, Paramecium Bursaria, Vorticella nebulifera, Carchesium polypinum*) beobachtet,[4**] und behauptet gewiss mit Recht, dass die zarte streifige Differenzirung der in Theilung begriffenen Kernsubstanz bei den Ciliaten als allgemeine Regel gelte, was für um so wahrscheinlicher zu halten ist, als dieselbe Streifung — wie oben angeführt wurde — nach den Untersuchungen von GRUBER auch in den sich theilenden Kernen der Monothalamien auftritt. Der durch die neueren Untersuchungen von BÜTSCHLI, FOL, OSCAR HERTWIG, FLEMMING, SELENKA, STRASBURGER u. A. gelieferte Nachweis, dass die Kerne der Thier- und Pflanzenzellen während der Theilung ganz regelmässig eine streifige Beschaffenheit annehmen, ist ein neuerer Beweis für die vollkommene morphologische Gleichwerthigkeit der Kerne der Protisten mit den Zellkernen.

[1] Der Org. I. 199.

[2] Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie. Nos. de Janvier à Octobre. (1861) 46.

[3] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 376.

* MAX SCHULTZE hat viel früher, bereits im Jahre 1851, die zarte meridionale Streifung am Kern von *Opalina lineata*, einem Parasiten der in der Ostsee lebenden Nais littoralis erwähnt und auch charakteristisch abgebildet (Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. (1851) 69. Taf. VII. Fig. 10 und 11.); nur hat SCHULTZE, in der Meinung die Opalinen seien Ammen von Würmern, in den gestreiften Gebilden das, was sie eigentlich vorstellen, d. i. Kerne, nicht erkannt. Es dürfte dies die erste Angabe über die streifige Differenzirung der in Theilung begriffenen Kerne, und deren Erwähnung hier um so mehr am Platze sein, als sich diese Angabe in der einschlägigen Literatur — meines Wissens — nirgends vorfindet.

[4] Studien etc. 283.

** BÜTSCHLI vermisste die Streifung der sich theilenden Kerne unter den von ihm untersuchten Ciliaten blos bei *Paramecium Aurelia*.

Das Kernkörperchen (*nucleolus, primärer Kern* BÜTSCHLI), oder mit dem oben gebrauchten Ausdruck: der *Reservekern*, hält in der Zweitheilung mit dem Kern gleichen Schritt und zeigt während der Theilung gleichfalls eine longitudinale Streifung, was zuerst von STEIN bei *Stylonychia Mytilus*,[1] später bei *Balantidium Entozoon*,[2] von KÖLLIKER aber bei *Paramecium Aurelia* [3] beobachtet wurde. Nach BALBIANI [4] zeigen die Kernkörperchen sämmtlicher Infusorien während des Theilungsvorganges die nämlichen Veränderungen: zuerst werden dieselben sichtlich grösser und in longitudinaler Richtung zart gestreift; hierauf schwellen ihre beiden Enden keulenförmig an und verlängern sich, die Streifung noch beibehaltend, strangartig; endlich verschwinden die Verbindungsfäden, und die keulenförmigen Enden verändern sich zu Kernkörperchen mit vollkommen homogener Substanz. Diese Beobachtungen werden durch die neueren Untersuchungen von BÜTSCHLI als vollkommen richtig bestätigt. Demnach stimmen die Kernkörperchen, hinsichtlich der während der Theilung auftretenden feineren Structurveränderungen, mit den Kernen der Infusorien, resp. der Thier- und Pflanzenzellen vollkommen überein.

Wie bereits erwähnt, ist die Theilung bei den meisten Infusorien eine transversale, d. h. die Theilungsebene steht senkrecht auf die Längsachse. Unter den mit Mundöffnung versehenen Ciliaten bilden blos die *Vorticellinen* in weiterem Sinne (*Vorticellina Ehrb., Ophrydina Ehrb.* und *Urceolarina Stein*) eine Ausnahme, da sich dieselben in der Richtung der Längsachse theilen. Diese Ausnahme ist aber meiner Auffassung nach blos eine scheinbare; thatsächlich erfolgt die Theilung auch bei den Vorticellinen in der nämlichen Achse, wie bei den übrigen mit Mundöffnung versehenen Ciliaten; die Scheibe des Wirbelorgans der Vorticellinen entspricht nämlich, meiner Auffassung nach, dem Bauchfelde der Hypotrichen, demzufolge die Achse, welche die Mitte der Bauch- und Rückenfläche der Hypotrichen verbindet mit der Längsachse der Vorticellinen zusammenfällt, d. i. mit derjenigen Achse, in welcher sich sowohl die Hypotrichen, als auch die Vorticellinen theilen.

[1] Der Org. 154.

[2] Der Org. 316.

[3] Icones histiologicæ. I. Abth. (1864) Taf. I. Fig. 1—3

[4] Diss. cit.

Die in schräger Richtung erfolgende Theilung der gleichfalls zu den im weiteren Sinne genommenen Vorticellinen gehörigen *Lagenophryen,* welche wir aus den Untersuchungen von STEIN kennen,[1] ist von der Theilung anderer mit Mundöffnung versehener Ciliaten in der That durchwegs verschieden; indessen dürfte diese Fortpflanzungsart, meines Erachtens, weniger einer Theilung, als einer Knospenbildung entsprechen, welche ihre Analogie bei *Spirochona gemmipara* findet.

Unter den mundlosen Infusorien gehört bei den *Acineuinen* die Theilung zu den selteneren Fortpflanzungsarten und erinnert, wie STEIN bemerkt,[2] lebhaft an die Knospenbildung. Unter die durch Theilung sich fortpflanzenden Acinetinen gehören: *Podophrya fixa,*[3] *Acineta mystacina*[4] und *Urnula Epistylidis.*[5] * Bei allen diesen Acinetinen verläuft die Theilungsebene meist in schräger, seltener in longitudinaler oder transversaler Richtung und theilt den Körper des Ciliaten meist in zwei ungleiche Hälften, von welchen die kleineren Theilungssprösslinge (am auffallendsten bei *Urnula)* aus dem Mutterindividuum gleichsam ausgeschnitten werden; erstere erhalten an der Oberfläche auf longitudinal oder schräg verlaufenden Streifen dicht sitzende Cilien, um von den an Ort und Stelle verweilenden grösseren Hälften losgerissen, in der Form holotricher Infusorien fortzuschwärmen. Hierher gehören hinsichtlich ihrer Fortpflanzung — wie auch STEIN bemerkt[6] — noch die in den mit Mundöffnung versehenen Ciliaten schmarotzenden *Sphaerophryen* — die sogenannten *acinetenförmigen Embryonen.*

Bei der anderen Gruppe der mundlosen Ciliaten, den *Opalininen,* wechselt die Theilungsrichtung und verläuft bald transversal, bald schräg oder longitudinal; aber auch bei diesen ist von den verschiedenen Theilungsrichtungen die Quertheilung am häufigsten vertreten. Eine solche Theilung wurde von MAX SCHULTZE bei der im Darm von Planaria torva schmarotzenden *Opalina Planariarum (= Op. polymorpha* SCHULTZE*)* und bei der in Nais littoralis schmarotzenden *Opalina lineata,*[1] — von STEIN ebenfalls bei *Opalina Planariarum,* ferner bei der im Lumbricus terrestris lebenden *Hoplitophrya (Opalina) Lumbrici,*[2] endlich bei der in Saenuris variegata schmarotzenden *Opalina secans*[3] beobachtet, mit welcher letzteren die von FREY ebenfalls in Quertheilung beobachtete, aber nicht näher bestimmte *Opalinine*[4] identisch sein dürfte. Bei allen diesen Theilungsvorgängen ist die hintere Theilungshälfte meistens auffallend kleiner als die vordere, und erscheint häufig mehr wie eine Knospe. In nicht gar seltenen Fällen pflegt sich die Theilung, noch bevor die Theilungssprösslinge sich getrennt hätten, zu wiederholen. So erwähnt STEIN bei *Opalina secans* und FREY bei der mit dieser wahrscheinlich identischen Opalinine dreigliederige Ketten, welche dadurch zu Stande kommen, dass sich am hinteren Theil der vorderen grösseren Hälfte der in zwei ungleiche Hälften getheilten Opaline, noch bevor die zuerst gebildeten Theilungshälften sich vollständig getrennt hätten, ein zweiter sehr kleiner Theilungssprössling entwickelt. Bei manchen Opalininen wiederholt sich die Theilung bis zur vollständigen Scheidung der einzelnen Individuen noch mehrere Male, wodurch, wie bei gewissen rhabdocoelen Turbellarien (z. B. Microstomum, Stenostomum, Catenula) und Naiden aus vier bis acht, ja zehn Individuen bestehende Ketten zu Stande kommen. Solcher Opalinen-Ketten thut OERSTE bereits im Jahre 1844 Erwähnung.[5] Eine ähnliche Kettenbildung wurde auch von CLAPARÈDE und LACHMANN bei einer Opaline beobachtet, welche in einer an den norwegischen Küsten häufigen aber nicht näher bestimmten Annelide schmarotzt und der SCHULTZE'schen *Opalina lineata* sehr nahe steht;[6] ferner wurde in neuerer Zeit eine

[1] Die Infusionsthiere. 85—95.

[2] Der Org. I. 94.

[3] STEIN, op. et l. cit.

[4] CLAP. et LACHM. Etudes. III. 133. — STEIN, l. c. — BÜTSCHLI, Ueber die Entstehung der Schwärmsprösslinge der Podophrya quadripartita Clap. et Lachm. JZ. X. Neue Folge. III. (1876) 307.

[5] CLAP. et LACHM. Etudes. III. 208. — STEIN, Der Org. II. 108.

* Von CLAPARÈDE und LACHMANN wurde diese, der *Acineta mystacina* am nächsten stehende Acinetine — wie ENGELMANN (Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) Sep. Abdr. 25) und STEIN (Der Org. II. 107) nachwiesen — irrthümlich für einen Rhizopoden gehalten.

[6] Der Org. I. 94.

[1] Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. (1851) 69.

[2] Die Infusionsthiere. 179. u. 184.

[3] Der Org. I. 94.

[4] Das einfachste thierische Leben. 57.

[5] Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer. Kopenhagen. (1844) 14.

[6] Etudes II. 375.

Kettenbildung von MAUPAS [1] und EVERTS [2] bei der im Darm des algerischen Bufo pantherinus, dann von Discoglossus pictus und Rana esculenta schmarotzenden *Haplophrya gigantea Maup. (= Opalina Discoglossi Everts),* — endlich von VEJDOVSKY bei der in Enchytraeus Galba und E. Hegemon schmarotzenden *Opalina filum* [3] beobachtet.

Die Fortpflanzung der in unseren Batrachiern fast constant und zwar in sehr grosser Anzahl schmarotzenden Opalininen *(Opalina Ranarum, O. dimidiata, O. obtrigona, O. senilis Zeller=Anoplophrya intestinalis Stein)* ist, obschon dieselben durch zahlreiche Forscher untersucht wurden, bis in die jüngste Zeit gänzlich unbekannt gewesen, und die immense Anzahl dieser Schmarotzer bildete ein wahres Räthsel. Es wurde zwar von STEIN erwähnt, dass er bei Durchmusterung mehrerer Hundert Individuen von *Opalina Ranarum* einzelne mit eingeschnürtem Leib antraf; allein die Furche war von einer so ganz ungewohnten Richtung, dass sie nur von einer äusseren Ursache herstammen konnte.[4] Die Untersuchungen von ENGELMANN über die Fortpflanzung der Opalinen [5] hatten zwar zum Ergebniss, dass die — von ENGELMANN, wie ZELLER nachwies, irrthümlich für Opalina Ranarum gehaltene — *O. dimidiata* in encystirtem Zustand in sehr junge (24 bis 26 mm. lange) Larven von Rana esculenta einwandert, und es gelang ihm auch von Schritt zu Schritt zu verfolgen, wie die aus den sehr kleinen Cysten von nur 0,01 bis 0,025 mm. Durchmesser auskriechende kleine, schlanke, einkernige Brut sich durch rasches Wachsthum und wiederholte Kerntheilung zu stattlichen Opalinen mit zahlreichen Kernen entwickelt; die Entwickelung der kleinen Cysten mit den einkernigen schlanken Opalinen zu erforschen war er aber vergebens bemüht.

Durch die schönen Untersuchungen von ZELLER [6] wird diese Lücke im Entwickelungsgang der Opalinen vollständig ausgefüllt, und alles über die Entwickelung und Fortpflanzung der Opalinen bis dahin Räthselhafte endgiltig gelöst.

Nach ZELLER vermehren sich die in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalininen (*Opalina Ranarum* in Rana temporaria, Bufo variabilis und B. cinereus, — *O. dimidiata* in Rana esculenta und selten in Bufo cinereus, — *O. obtrigona* in Hyla arborea, — *O. similis Zell = Anoplophrya intestinalis Stein* in Bombinator igneus, Pelobates fuscus und Rana esculenta, — *O. caudata* in Bombinator igneus) durch Theilung in transersaler, schräger oder longitudinaler Richtung. Einzelne in Theilung begriffene Exemplare können schon gegen Ende des Sommers und im Herbst angetroffen werden, doch führt diese Theilung nicht zur Entwickelung kleiner Individuen. Die eigentliche Fortpflanzungszeit fällt auf das Frühjahr, beginnt sofort nachdem die Batrachier nach beendigtem Winterschlaf ihre Schlupfwinkel verlassen und die Gewässer aufsuchen, und dauert ein-zwei Wochen, seltener eben so viel Monate lang. Zu dieser Zeit zerfallen die Opalinen durch in sehr unregelmässigen Richtungen rasch sich wiederholende Theilung in zahlreiche sehr kleine Individuen. Die Kerne der polynucleären Opalinen verhalten sich bei der Theilung vollkommen passiv, und auf die Theilungshälften entfallen, je nach ihrer Grösse, Kerne von sehr verschiedener Anzahl; schliesslich enthält die durch rasch auf einander folgende Theilung entstandende winzige Generation verhältnissmässig wenig, 3 bis 12 Kerne. Bei den Opalinen mit Doppelkernen, welche durch einen feinen Faden verbunden sind *(O. similis, O. caudata),* betheiligen sich hingegen auch die Kerne an der Theilung, doch sind die kleinen Individuen der letzten Generation blos mit je einem Kern versehen. Die auf diese Weise sich entwickelnden winzigen Opalinen encystiren sich, werden mit den Fäces entleert und bleiben im Wasser eine Zeit lang ganz unverändert liegen. Die Entwickelung beginnt erst dann, wenn die Cysten durch Larven der betreffenden Batrachierart verschlungen und in die hinteren Darmpartieen gelangt sind. Die mit mehreren Kernen versehenen kleinen Opalinen werden vor Verlassen der Cyste erst einkernig, und zwar nach ZELLER wahrscheinlich durch Verschmelzen der mehreren kleinen Kerne zu einem grösseren. Es sind das die einkernigen encystirten kleinen Opalinen, deren Einwan-

[1] Haplophrya gigantea, Opaline nouvelle de l'intestin des Batraciens anoures d'Algérie. CR. Tome 88. (1878) 921.

[2] Bijdrag tot de Kennis der Opalinen nit het Darmkanaal van Batrachiers. Tijdschr. Neederl. Dierk. Vereen. 4 D. 92. — Vgl. Zoolog. Jahresb. für 1879. I. (1880) 182.

[3] Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Prag. 1879.

[4] Die Infusionsthiere, 182.

[5] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 574.

[6] Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwickelung der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352.

derung bereits durch ENGELMANN nachgewiesen wurde.

Demgemäss verlassen alle Opalinen unserer Batrachier ihre Cysten in einkernigem Zustand, und auch hinsichtlich der gestreckten Lanzen- oder Eiform der Individuen dieser jungen Generation besteht zwischen den einzelnen Arten keinerlei merklicher Unterschied.

Die jungen Opalinen erreichen erst nach Monaten ihre volle Grösse. Während des Wachsthums strecken sie sich in die Länge, ihr Hinterende bleibt zugespitzt, während das etwas verbreiterte und am rechtsseitigen Rand rostrumartig zugeschnittene Vorderende sich etwas nach rechts und gegen die Bauchseite krümmt. Diese charakteristische Form bleibt bei *Opalina dimidiata* und bei *O. similis* stabil. Dagegen nehmen *O. Ranarum* und *O. obtrigona* später an Breite und zwar zunächst im vorderen Körpertheil noch beträchtlich zu, wodurch die, bei *O. obtrigona* persistirende Form eines unregelmässigen Dreiecks entsteht; *O. Ranarum* hingegen wird später auch am Hintertheil breiter. Endlich erfolgt bei *O. caudata* das Wachsthum hauptsächlich in die Breite, wodurch ihre kurze, gedrungene Gestalt zu Stande kommt. Der einzige Kern theilt sich während des Wachsthums in zwei, durch einen feinen Faden untereinander verbundene Kugeln. Bei *O. similis* und *O. caudata* bleibt dieser Zustand erhalten, und es theilen sich die Kerne nur während der Fortpflanzung; bei den anderen drei Arten hingegen wird das Heranwachsen des Körpers von einer fortschreitenden Theilung des Kernes begleitet, wodurch endlich die für diese Arten charakteristischen zahlreichen Kerne zu Stande kommen.

Abweichend vom Geschilderten pflegen sich manche Ciliaten zur Theilung einzukapseln. Diese Encystirung zur Fortpflanzung wurde zuerst von STEIN bei *Colpoda Cucullus* beobachtet,[1] welche ihre derbwandige Cyste in 2 bis 8 Tochterindividuen getheilt verlässt; übrigens wird dieser Ciliat auch im freien Zustand oft genug in Quertheilung angetroffen. Eine im encystirten Zustand erfolgende Theilung wurde ferner von STEIN von der Gattung *Lacrymaria,*[2] von CLAPARÈDE und LACHMANN von den die Vorticellinen verheerenden *Amphilepten,*[3] von mir von *Holophrya*

[1] Die Infusionsthiere. 20.
[2] Der Org. I. 92.
[3] Etudes. III. 163.

Gulo[1] und *Enchelys nebulosa,*[2] endlich von GRUBER von *Tillina magna* beschrieben.[3] Den Genannten kann ich noch *Trachelius Ovum, Enchelyodon farctus* und *Actinobolus radians* anreihen, welch letzteren bisher blos von STEIN bei Niemegk in Preussen angetroffenen sehr interessanten Ciliaten ich im heurigen Sommer in der Umgebung von Klausenburg in grosser Anzahl beobachten konnte. Mit Ausnahme von *Colpoda* sind diese zur Fortpflanzung bestimmten Cysten bei den angeführten Ciliaten — wie dies von mir bei *Holophrya Gulo* hervorgehoben, und von GRUBER bei *Tillina* besonders betont wurde — sehr dünnwandig und von den zur längeren Ruhe dienenden dickwandigen Cysten, welche mit der Fortpflanzung in keiner directen Beziehung stehen, verschieden.

Bei den Ciliaten, welche wie z. B. *Cothurnien, Vaginicolen, Lagenophryen, Tintinnodeen, Stentor Roeselii, Stichotricha secunda* u. A. offene Röhren, Gehäuse, oder Hülsen bewohnen, beschränkt sich die Theilung auf den Leib der Ciliaten; die eine Theilungshälfte verlässt das mütterliche Heim und sondert sich die neue Hülse oder Röhre selbst ab. Bei den von GRUBER entdeckten sehr interessanten *Stichotricha socialis* und *Maryna socialis* werden die neuen Röhren von den beiden Theilungssprösslingen an den Oeffnungen der alten Röhre abgesondert, derselben gleichsam zugebaut, wodurch strauchartige Gebilde aus gabelig getheilten Röhren zu Stande kommen, in deren Endpartieen die einzelnen Individuen sich ganz frei bewegen.[4]

Bei der Theilung der Kolonieen bildenden Vorticellinen (*Zoothamnion, Carchesium, Epistylis, Opercularia*) wächst aus dem Basalende beider Theilungssprösslinge ein besonderer Stiel hervor, welcher mit dem alten gemeinschaftlichen in Verbindung bleibt, wodurch die häufig sehr reich gabelig verzweigten baumförmigen Kolonieen zu Stande kommen.

Die Theilungssprösslinge der Ciliaten stimmen, was ihre Organisation betrifft, mit den entwickelten Formen in den meisten Fällen vollkommen überein oder werden höchstens durch Grössen- und Gestalts-

[1] Die Infusorienfauna der Salzseen zu Thorda und Szamosfalva. Jahrb. der XVIII. Wandersammlg. ungar. Aerzte und Naturforscher (ungarisch).
[2] Természetrajzi Füzetek. II. (1878) 237.
[3] Neue Infusorien. ZWZ. XXXIII. (1879) 456.
[4] Diss. cit. 443.

unterschiede von sehr untergeordneter Bedeutung gekennzeichnet. Der von den entwickelten Formen abweichenden kleinen Generation der *Opalininen* wurde bereits oben gedacht; es erübrigt hier nur noch der Theilungssprösslinge der *Vorticellinen* und *Acinetinen* zu gedenken. Bei den ersteren und den *Ophrydinen,* welche mit ihnen eine natürliche Gruppe bilden, erhalten die Theilungssprösslinge, welche die mütterlichen Stiele oder Hülsen verlassen, nahe zu ihrem hinteren Körperende einen zarten Cilienkranz, mit dessen Hilfe dieselben, mit nach vorne gerichtetem Hintertheil, eine Zeit lang frei umherschwärmen, um sich dann wieder niederzulassen und den Cilienkranz zu verlieren. Diese Cilien entwickeln sich nach Stein bei den *Lagenophryen* auf der Bauchseite der plattgedrückten Theilungssprösslinge und bilden vorne und hinten unterbrochene Kränze.[1] Uebrigens entwickeln sich solche Cilienkränze bei den Vorticellinen bei jeder, aus welcher Ursache immer erfolgenden Ortsveränderung; bei den *Trichodinen* aber bleibt der Cilienkranz erhalten. Was endlich die Theilungssprösslinge der *Acinetinen* betrifft, so bekommen sie an ihrer ganzen Oberfläche Cilien, mit deren Hilfe sie in der Form holotricher Infusorien herumschwärmen, um sich an entsprechenden Orten niederzulassen und ihr Cilienkleid wieder abzuwerfen. Uebrigens können diese provisorischen Cilien, gerade so wie die hinteren Cilienkränze der Vorticellinen, auch bei nicht in Theilung begriffenen Acinetinen auftreten, sobald dieselben sich an dem Ort ihrer Anheftung aus irgend einer Ursache unbehaglich fühlen und denselben verlassen wollen. Dies wurde namentlich von R. Hertwig [2] und Maupas [3] bei *Podophrya fixa* beobachtet, welche, wie letzterer Forscher bemerkt, das Epitheton «*fixa*» am allerwenigsten verdient, da sie ganz nach Belieben bald herumschwärmt, bald wieder unter Verlust der Bewimperung sich ansiedelt.

Die Theilung der Infusorien ist eigentlich stets von einer Knospung begleitet, welche sich in den einfachsten Fällen, z. B. bei der rasch sich wiederholenden Theilung der *Opalininen,* blos auf ein Verschliessen, gewissermassen ein Vernarben der Theilungsränder beschränkt, zumeist aber eine Ergänzung der in den Theilungshälften mangelnden Theile erzielt; es wird sogar in zahlreichen Fällen,

[1] Die Infusionsthiere, 89.

[2] Ueber Podophrya gemmipara. MJ. I. (1875) 78.

[3] Sur l'état mobile de Podophrya fixa. CR. 83. (1876) 910.

wie z. B. bei den *Oxytrichinen, Aspidiscinen* und *Euplotinen* auf beiden Theilungshälften das ganze Ciliensystem erneuert, und Steenstrup bemerkt mit Recht, dass die Theilung der Infusorien nicht als ein Zerfallen eines Organismus, sondern als eine durch innere Knospung bedingte Neubildung zweier Geschöpfe anzusehen ist, wobei das Mutter-Individuum zu Grunde geht.[1]

Ausser dieser inneren Knospung, welche zu einer Ergänzung der Organisation, oder zu einer Neubildung zweier Tochterindividuen im Rahmen des mütterlichen Organismus führt, und welche im Obigen mit dem allgemein acceptirten Ausdruck als «*Theilung*» bezeichnet wurde, giebt es bei gewissen Ciliaten eine Fortpflanzung, bei welcher im Inneren oder an der Oberfläche des Körpers echte Knospen gebildet werden.

Bei den mit Mundöffnung versehenen Infusorien ist die eigentliche Knospenbildung seltener; unter diesen pflanzen sich ausschliesslich durch Knospenbildung nur *Spirochona gemmipara* und *Sp. Scheutenii* fort; der Verlauf dieser Knospung ist aber genauer auch nur bei der auf den Kiemen der Gammaren schmarotzenden *Sp. gemmipara* bekannt.[2] Die Knospen entstehen, bei jungen Individuen mit derselben Häufigkeit wie bei vollkommen ausgewachsenen, an der Seite der Spirochonen bald einzeln, bald zu zweien, in welchem letzteren Fall stets die hintere die ältere ist. Bevor der für die Spirochonen so sehr charakteristische Spiraltrichter sich entwickelt hätte, trennen sich die Knospen vom mütterlichen Leib, um sich nach kurzem Schwärmen an den Kiemenrändern der Gammaren zu fixiren. Der Kern der Sprösslinge soll sich nach Stein ganz unabhängig vom mütterlichen Kern entwickeln, von Bütschli aber wurde nachgewiesen, dass sich der Kern des Sprösslings vom mütterlichen Kern abschnürt, ferner, dass die Kernsubstanz während der Theilung die nämliche zarte Streifung erhält wie die Kerne der sich durch Theilung fortpflanzenden Ciliaten.[3]

Es wurde bereits oben die Ansicht ausgesprochen, dass die von der Theilungsrichtung der übrigen mit

[1] Vidensk. Meddelels for 1860. 334. — Vgl. Leuckart, Bericht. AN. 27. Jahrg. II. (1862) 365.

[2] Stein, Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. (1851) 489. Ferner: Die Infusionsthiere, 209.

[3] Ueber Dendrocometes paradoxus etc, ZWZ. XXVIII. (1877) 60.

Mundöffnung versehenen Ciliaten vollkommen abweichende schräge Theilung der *Lagenophryen* richtiger für Knospenbildung zu halten wäre; noch ausgesprochener ist der Charakter der Knospung bei einer anderen Art der Fortpflanzung,[1] bei welcher sich am Hinterende der Lagenophryen kleine Particen abschnüren; diese Fortpflanzungsart wird auch von STEIN für Knospenbildung gehalten. Die abgeschnürten Sprösslinge verwandeln sich nicht zu hypotrichen Schwärmern, wie bei der schrägen Theilung, sondern zerfallen in zwei bis vier winzige Schwärmer, welche mit den Theilungssprösslingen der übrigen Vorticellinen, welche einen hinteren Cilienkranz tragen, vollkommen übereinstimmen.

Bereits im Jahre 1776 sah SPALLANZANI seitlich am unteren Körperende einer *Vorticelle* ein kleineres Individuum sitzen; sowohl er, als auch spätere Forscher, denen sich zu derselben Beobachtung gelegenheit bot, hielten das kleine Individuum für eine Knospe, und bis zum Jahre 1867 zweifelte Niemand daran, dass sich die Vorticellinen neben der Längstheilung auch durch Knospenbildung fortpflanzen. Im genannten Jahre wurde im zweiten Theil (S. 137) der STEIN'schen grossen Monographie die wichtige Entdeckung mitgetheilt, dass diese knospenähnlichen kleineren Individuen *(Mikrogonidien)* keineswegs, wie es auf den ersten Blick so wahrscheinlich schien, aus den grösseren Individuen hervorsprossen, sondern sich im Gegentheil mit den grösseren Individuen, auf welche sie sich gewissermassen aufgepfropft haben, conjugiren und mit denselben verschmelzen, welche durch die Untersuchungen von GREEFF,[2] BALBIANI,[3] ENGELMANN,[4] BÜTSCHLI[5] und Anderen bestätigte eigenthümliche Art der Conjugation von STEIN als *knospenförmige Conjugation* bezeichnet wurde. Nachdem diese, weiter unten noch zu würdigende wichtige Entdeckung mitgetheilt und bestätigt war, wurde die durch Knospenbildung erfolgende Fortpflanzung der Vorticellinen gänzlich verworfen, bis ENGELMANN neuestens den Nachweis lieferte, dass bei *Vorticella microstoma* neben der irrthümlich für Knospenbildung gehaltenen knospenförmigen Conjugation auch eine echte Knospenbildung vorkommt,[1] und zwar gleichzeitig an zahlreichen Individuen, gleichsam epidemisch, wobei sich die durch Knospung gebildeten kleineren Individuen von den am Stiel verbleibenden mütterlichen Individuen lostrennen, um andere gestielte Individuen aufzusuchen und sich auf diese knospenartig aufzupfropfen. Eine besondere Wichtigkeit muss der ENGELMANN'schen Beobachtung auch darum zugeschrieben werden, weil durch dieselbe nachgewiesen wurde, dass die Kerne der Sprösslinge aus den Kernen der mütterlichen Individuen durch Abschnürung in der nämlichen Weise zu Stande kommen, wie nach BÜTSCHLI's oben erwähnten Untersuchungen die Kerne der Sprösslinge von *Spirochona gemmipara.*

Es bot sich bereits weiter oben Gelegenheit hervorzuheben, dass die Theilung bei den *Acinetinen* zu einer seltener beobachteten Art der Fortpflanzung gehört; auch die allgemein für Theilung gehaltene Fortpflanzung von *Podophrya fixa, Urnula,* sowie *Sphaerophrya*, bei welchen die sich abschnürenden Sprösslinge von den fixirt verbleibenden durch kleinere Gestalt verschieden sind, kann, meines Erachtens, richtiger Knospenbildung als Theilung genannt werden. Uebrigens bildet die äussere, d. i. die von der Oberfläche ausgehende Knospenbildung nicht die regelmässige Fortpflanzungsart der Acinetinen. Eine solche äussere Knospenbildung ist aus den Untersuchungen von R. HERTWIG bei *Podophrya gemmipara* bekannt,[2] welche interessante marine Podophrye von HERTWIG bei Helgoland auf Hydroiden- und Bryozoën-Kolonieen in sehr grossen Mengen angetroffen wurde. Die zungenförmigen Knospen entwickeln sich gewöhnlich zu vieren oder sechsen, auf grösseren Exemplaren zu achten und zwölfen, nur selten zu zweien oder gar einzeln an dem, dem Stiel entgegengesetzten verbreiterten Körperende der Podophrye und bilden eine kranzförmige Gruppe. Die Knospen haben eine convexe äussere, und eine muldenförmig ausgehöhlte innere, d. h. der Längsachse des Mutterindividuums zugekehrte Seite; an den Rändern dieser Vertiefung entwickeln sich zarte Streifen und auf diesen sehr

[1] STEIN, Neue Beiträge etc. ZWZ. III. (1851) 504. Ferner: Die Infusionsthiere, 90.

[2] Untersuchungen über den Bau und die Naturgesch. der Vorticellen. AN. 37. Jahrg. (1871) 210.

[3] Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Bd. 81. (1875) 676.

[4] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 621.

[5] Studien über die ersten Entwickelungvorgänge etc. 443.

[1] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 578.

[2] Ueber Podophrya gemmipara nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten. MJ. I. (1876) 20.

feine, dicht stehende Cilien. Diese hypotrichen Sprösslinge erhalten einige pulsirende Vacuolen, erreichen eine gewisse Grösse, und werden schliesslich an ihrem Basalende aus dem mütterlichen Leib gleichsam ausgeschnitten, um sich nach einem schwerfälligen Umherschwärmen von kurzer Dauer niederzulassen und zu Podophryen zu entwickeln. Die Entstehung der Kerne der Sprösslinge, welche zur Zeit ihrer Abschnürung bereits die für P. gemmipara charakteristische Hufeisenform aufweisen, bildet eine wichtige Frage. Claparède und Lachmann [1] sowie auch Stein [2] suchen das Wesen des Unterschiedes zwischen Theilung und Knospenbildung darin, dass sich bei letzterem Vorgang die Kerne der Sprösslinge ganz unabhängig von den Kernen der mütterlichen Individuen bilden. Dass dies für die Vorticellen und für Spirochona keine Giltigkeit hat, dass vielmehr bei diesen, wie bei der Knospenbildung der Zellen überhaupt, die Kerne der Sprösslinge sich von den Kernen der mütterlichen Individuen abschnüren, wurde weiter oben, gestützt auf die neueren Untersuchungen von Engelmann und Bütschli, bereits angeführt. Dass hiervon auch die Acinetinen keine Ausnahme bilden, wird aber durch die Untersuchungen von Hertwig bewiesen und über jeden Zweifel erhoben. Aus den, wie soeben erwähnt, hufeisenförmigen Kernen von P. gemmipara wachsen zur Fortpflanzungszeit verzweigte Knospen hervor, wodurch die Kerne eine ähnliche unregelmässig verzweigte, strauch- oder geweihähnliche Form annehmen, wie sie von den Zellenkernen der Sericterien, Speicheldrüsen, sowie den Malpighi'schen Gefässen vieler Raupen bekannt ist. Diese Kernsprossen wachsen in die Knospen der Podophrye hinein, um vom Mutterkern abgeschnürt, zu Kernen der Schwärmer zu werden. Hiermit vollkommen übereinstimmend wird von Fraipont die Entwickelung der zwischen ein und fünf wechselnden äussern Sprösslinge von *Podophrya Benedeni* beschrieben, welche auch hinsichtlich der Bewimperung mit den Sprösslingen der nahe verwandten P. gemmipara übereinstimmen.[3]

Eine äussere Knospenbildung ist ferner, aus den Untersuchungen von Claparède und Lachmann [1], Wright[2], Hincks,[3] Koch [4] und Fraipont [5] bei den übrigens, wie weiter unten noch dargelegt werden soll, auch durch endogene Knospenbildung sich fortpflanzenden Arten der Gattung *Ophryodendron* bekannt. Diese eigenthümlichen marinen Acinetinen kennen wir in zwei verschiedenen Formen, nämlich in der mit *Rüssel versehenen (Proboscidiens,* Fraipont) und in der *Flaschenform* (*Lagéniformes,* Fraipont). Erstere Form trägt am freien Ende ihres keulenförmig aufgetriebenen Leibes einen dicken, etwas seitlich stehenden, lang vorstreckbaren und retractilen Rüssel, welcher am Distalende mit zerstreuten oder pinselartig gruppirten kurzen Tentakeln besetzt ist, während die andere Form diesen charakteristischen Rüssel entbehrt.

Nach Hincks vermehren sich sowohl die mit Rüssel versehenen, als auch die flaschenförmigen, nach den übrigen Forschern aber blos die ersteren Ophryodendren durch äussere Knospenbildung. Die Knospen entwickeln sich einzeln oder paarweise an den keulenförmigen Enden der Ophryodendren und nachdem dieselben, wie bei *Podophrya gemmipara* und *P. Benedenii,* abgeschnürte Kernsprossen aufnahmen und zu einer gewissen Grösse angewachsen sind, trennen sie sich von der Mutter, um abgefallen sich sofort anzusiedeln; wenigstens wurde von keinem Forscher die Entwickelung von Cilien auf den Sprösslingen beobachtet. Fraipont vermuthet, dass aus den abgetrennten Sprösslingen zunächst flaschenförmige Individuen werden, welche sich später in rüsselführende umwandeln; es würden daher die flaschenförmigen Individuen Jugendformen, gleichsam Larven der rüsselführenden sein. Dagegen meint Koch, dass sich die flaschenförmigen Individuen von ihren kurzen Stielen loslösen, dann auf die rüsselführenden Individuen sich aufpfropfen, mit denselben verschmelzen, und dass die Entwickelung der weiter unten zu behandelnden inneren Schwärmsprösslinge das Ergebniss der Copulation je eines rüsselführenden und fla-

[1] Etudes. III. 239 und 251.

[2] Die Infusionsthiere, 28. 90. 209.; ferner: Der Organismus II. 129.

[3] Recherches sur les Acinétiniens de la côte d'Ostende. 2. partie. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique. II. sér. Tome 45. (1878) 278.

[1] Etudes. III. 145.

[2] Annals and Magazine of Natural History. Vol. VIII. 3-d ser. 1861. Vgl. Fraipont.

[3] Quarterly Journ. of Microscop. Science. Vol. XIII. New ser. 1878. Vgl. Fraipont.

[4] Zwei Acineten auf Plumularia setacea, Ellis. Jena. 1876. Vgl. Fraipont.

[5] Recherches etc. 1. partie. Bullet. de l' Acad. roy. de Belgique. II. sér. Tome 44. (1877) 784.

schenförmigen Individuums sei. Welche Auffassung wohl der Wahrheit entspricht, dass sollen erst spätere Forschungen entscheiden.

Bei *Acineta divisa* entdeckte Fraipont eine höchst eigenthümliche und bei den übrigen Acinetinen bisher noch nicht beobachtete Fortpflanzungsart,[1] welche, obgleich von den bisher geschilderten Arten der äusseren Knospenbildung wesentlich abweichend, trotzdem für nichts Anderes als für eine eigene Art von Knospenbildung angesehen werden kann, vorausgesetzt natürlich, dass diese Knospen in der That jener Acinete angehören. Bei dieser Fortpflanzungsart entwickeln sich am freien Ende des Acinetenleibes zwischen den Saugfäden 1 bis 5 taschenförmige Knospen, oder nach der Benennung von Fraipont: *Fortpflanzungs-Divertikeln (diverticules générateurs)*. In vollkommen entwickeltem Zustand sind diese Ausstülpungen füllhornförmig, und mit einer Zarten, am freien Ende der Divertikeln von einer ziemlich grossen, kreisförmigen, doppelt contourirten Oeffnung durchbrochenen Cuticula bedeckt. Im hellen Plasma der Divertikel ist eine pulsirende Vacuole und ein viereckiger Kern, in letzterem ein Kernkörperchen von unregelmässiger Form zu unterscheiden. Ueber die Entstehung der Divertikel giebt Fraipont folgende Schilderung, welche er auf die Vergleichung verschiedener Entwickelungsstufen basirt: An der Oberfläche der mütterlichen Acineten sprossen kleine, warzenartige Erhabenheiten hervor, an deren Bildung blos das die Cuticula mit sich hervorstülpende, allmälig zu dem charakteristischen füllhornförmigen Gebilde heranwachsende Ektoplasma theilnimmt. Die Divertikel erhalten ihren Kern nicht, wie andere Knospen, aus dem mütterlichen Kern, sondern ganz unabhängig von diesem durch eine endogene Entwickelung. Ein einzigesmal sah Fraipont durch die Oeffnung einer solchen Ausstülpung einen mit Cilienkranz versehenen eiförmigen Schwärmer ausschlüpfen, welcher mit den weiter unten zu besprechenden inneren Schwärmsprösslingen der Acinetinen vollkommen übereinstimmte. Auf diese Beobachtung stützt Fraipont die Ansicht, dass diese knospenartigen Gebilde zur Fortpflanzung dienen, und nimmt an, dass der in den Divertikeln beobachtete Kern und die pulsirende Vacuole dem auf endogenem Weg entwickelten, in seinen Contouren nicht erkennbaren Schwärmer angehören. Nachdem aber im Inneren des Divertikels, aus welchem Fraipont den Schwärmer auskriechen sah, ein Kern und eine Vacuole enthalten war, nimmt er als möglich an, dass in einem Divertikel mehrere Schwärmer können gebildet werden.

Wie sich aus dieser Schilderung ergiebt: ist der ganze Entwickelungsgang der Divertikeln und die ganze Fortpflanzung mittelst der in den Divertikeln auf endogenem Wege gebildeten Schwärmer, von den bei den Acineten derzeit bekannten Fortpflanzungsarten so sehr verschieden, dass hinsichtlich der Bestimmung zur Fortpflanzung dieser knospenförmigen Gebilde berechtigte Zweifel auftauchen können.

Es liesse sich hier an zwei Möglichkeiten denken: erstens können die Divertikel parasitischen Organismen entsprechen, oder es mögen dieselben gar nicht durch Knospenbildung zu Stande gekommen sein, sondern im Gegentheil aufgepfropften Schwärmern entsprechen, welche wie bei der lange Zeit für Knospenbildung gehaltenen knospenförmigen Conjugation der Vorticellinen, mit dem Körper der Acinete, auf welche sie sich aufgepfropft haben, verschmelzen. Von den beiden Möglichkeiten kommt die grössere Wahrscheinlichkeit, meines Erachtens, der letzteren zu. Zieht man nämlich den von allen bisher bekannten Fällen von Knospenbildung abweichenden, beinahe unglaublich erscheinenden Gang der Divertikelbildung in Betracht, insbesondere aber, dass nach Fraipont blos das Ektoplasma sich an der Knospenbildung betheiligt, und dass sich der Kern des Sprösslings vom mütterlichen Kern ganz unabhängig bilden soll; erwägt man ferner, dass die mit der Knospenbildung überhaupt nicht in Einklang zu bringenden, aber nach den genauen Untersuchungen von Fraipont kaum bezweifelbaren Details der einzelnen Entwickelungsphasen, sofort verständlich werden, sobald man annimmt, dass die vermeintlichen Knospen in Conjugation begriffen sind, wozu man vollkommen berechtigt ist, da Fraipont die einzelnen Phasen nicht in unmittelbarer Reihenfolge beobachtete, sondern blos aus der Vergleichung mehrerer auf verschiedenen Entwickelungsstadien befindlicher Sprösslinge ableitete: so wird sich mit grösster Wahrscheinlichkeit ergeben, dass die ungewöhnliche Fortpflanzungsart eigentlich gar nicht einer Fortpflanzung, sondern einer knospenförmigen Conjugation entspricht. Der von Fraipont ein einzigesmal beim Ausschlüpfen aus einem Divertikel beobachtete kleine Schwärmer dürfte kaum als Argument gegen diese An-

[1] Recherches etc. 805.

schauung angeführt werden, da FRAIPONT die Entwickelung dieses kleinen Schwärmers im Divertikel unmittelbar nicht beobachtet hat, sondern diese blos annimmt. Anderseits scheint es sehr wahrscheinlich, dass FRAIPONT gerade einen Schwärmer zu Gesicht bekam, welcher sich zum Aufpfropfen anschickte und nach der geeigneten Stelle suchte. Ob diese Deutung der FRAIPONT'schen Beobachtung auch der Wahrheit entspricht, das dürften weitere Untersuchungen entscheiden.

Einigermassen an die FRAIPONT'sche Schilderung erinnert eine von STEIN bei *Acineta mystacina* beobachtete [1] Fortpflanzungsart von nicht minder zweifelhafter Natur, welche gleichfalls für eine äussere Knospenbildung zu halten wäre. STEIN beobachtete nämlich zwischen den Bündeln von Saugfäden der genannten Acinete bis fünf Schläuche mit gallertigen Wandungen, welche mit der Cuticula der Acinete selbst in Verbindung, gleichsam taschenförmige Ausstülpungen der letzteren bildeten. In jedem Schlauch befand sich je ein Schwärmer, von welchen STEIN voraussetzt, dass dieselben sich im Inneren der Acinete gebildet und beim Vordringen an die Oberfläche die Cuticula der Acinete taschenförmig herausgestülpt haben. Ob die Schwärmer enthaltenden knospenartigen Gebilde thatsächlich in der von STEIN vorausgesetzten Weise sich entwickelten, und was später aus den Schwärmern wird, das lässt sich einstweilen nicht entscheiden, da weder STEIN in seinen späteren Arbeiten, noch auch andere Forscher, die sich mit der Acineta mystacina beschäftigt haben, der knospenartigen Gebilde fernere Erwähnung thun.

Endlich ist die Knospenbildung unter den Acinetinen auch noch bei *Dendrosoma radians* [2] und *D. Astaci* [3] bekannt, bei welchen aber die Sprösslinge mit dem mütterlichen Körper verbunden bleiben und zur Bildung baumartig verzweigter Kolonieen führen. Diese Auffassung vom Körper des Dendrosoma findet sich bei EHRENBERG, ferner bei CLAPARÈDE und LACHMANN, während STEIN die Individualität der einzelnen Sprösslinge in Abrede stellt und das ganze Dendrosoma-Bäumchen als ein einziges mehr-weniger verzweigtes Individuum betrachtet. Wie immer man aber auch den Werth der Dendrosoma-Bäumchen beurtheilen möge, soviel ist gewiss, dass sich die einzelnen Zweige, welche die Saugfäden tragen, durch Knospung entwickeln.

[1] Die Infus. 69.

[2] EHRENBERG, Monatsber. d. Berl. Akad. (1837) 152. Vgl. STEIN, Der Org. I. 93. — Ferner: EHRENBERG, Ueber die seit 27 Jahren noch wohl erhaltenen Organisations-Präparate des mikroskopischen Lebens. Abhandl. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus d. J. 1862. 72. — CLAPARÈDE et LACHMANN, Etudes. III. 140.

[3] STEIN, Der Org. I. 93.

Die Fortpflanzung der Acinetinen durch endogene Schwärmsprösslinge.

Die Fortpflanzung der Acinetinen erfolgt gewöhnlich, man könnte sagen in der Regel durch *Schwärmsprösslinge* (STEIN) oder endogene *Embryonen* (CLAPARÈDE und LACHMANN), deren Entdeckung ohne Zweifel eines der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen von STEIN bildet. Diese Entdeckung machte STEIN an *Podophrya Cyclopum* und *Acineta Lemnarum* bereits im Jahre 1848, und veröffentlichte sie zum Theil schon im folgenden Jahre,[1] zum Theil aber erst nach sechs Jahren in seiner ersten grossen Arbeit über die Acineten-Theorie.[2] Durch neuere Untersuchungen, sowohl von STEIN als von anderen Forschern, wurde diese Lehre von der Fortpflanzung der Acinetinen durch innere Schwärmsprösslinge nur bestätigt.

Diese Schwärmsprösslinge oder Embryonen entstehen im Inneren des Acineten-Leibes stets neben dem Kern und gelangen, nach Erlangung der weiter unten zu erörternden Organisation, durch besondere Geburtsöffnungen ins Freie, wobei am Leib der Mutter-Acinetine meistens Contractionen, gleichsam Geburts-Anstrengungen zu beobachten sind. Die Geburtsöffnung befindet sich in der Regel an dem dem Stiel gegenüber liegenden Pol und ist zur Zeit, als sich in den Acinetinen keine Schwärmsprösslinge befinden entweder gänzlich verschlossen und unwahrnehmbar oder, wie bei *Acineta foetida*, wo dieselbe auch den Ausführungsgang der pulsirenden Vacuole aufnimmt, blos verengert und durch eigene Lippen auf dieselbe Weise verschlossen, wie der contrahirte Vorticellinenleib durch den Glockensaum. Bei *Podophrya quadripartita* pflegen sich nach BÜTSCHLI die Ränder dieser als trichterförmige Vertiefung imponirenden Geburtsöffnung zu Beginn des Geburtsactes zuzuspitzen, so dass man — wie BÜTSCHLI sagt —

[1] Untersuchungen über die Entwickelung der Infusorien. AN. 15. Jahrg. I. (1848) 134.

[2] Die Infusionsthiere. 53.

in Versuchung kommt das Ganze für eine Mundöffnung zu halten.[1] Nach demselben Forscher führt bei *Dendrocometes paradoxus* von der Geburtsöffnung eine *S*-förmig gebogene schlundartige Röhre in das Leibesinnere, wo dieselbe in einer Erweiterung, der *Knospenhöhle*[2] endigt. Nach meinen Untersuchungen führt auch bei *Acineta foetida* die Geburtsöffnung in einen häutigen Gang, welcher sich nach Innen kolbenförmig erweitert. Nach erfolgtem Ausschwärmen wird diese Knospenhöhle, welche lebhaft an die ihre Wirthszellen durchbrechenden Chytridien-Schläuche, ferner an die kolbenförmigen Schläuche der sogenannten acinetenförmigen Ciliatenembryonen erinnert, wie eine leere Blase runzelig, scheint aber infolge der Contraction des Plasmas nach dem Ausschwärmen wieder vollkommen zu verschwinden. Bei *Podophrya cothurnata* hingegen ist die Geburtsöffnung ein ansehnlicher Schlitz, welcher sich an der Seite des mütterlichen Individuums in transversaler Richtung öffnet.[3]

Hinsichtlich der Entwickelung der Schwärmsprösslinge bei den Acinetinen herrschen zwei entgegengesetzte und eine vermittelnde Ansicht. Nach Claparède und Lachmann,[4] sowie nach Lieberkühn[5] sollen sich diese Schwärmsprösslinge gänzlich aus abgeschnürten Kerntheilen der Mutter-Acinetinen bilden, während sich nach Engelmann,[6] R. Hertwig,[7] Bütschli[8] und Fraipont[9] aus den Kernen der Mutteracinetinen nur die Kerne der Schwärmsprösslinge, die übrigen Körpertheile hingegen aus jenem Theil des Protoplasmas bilden, welcher sich an der Oberfläche der Kernsprösslinge aus dem mütterlichen Körper gleichsam herausschneidet; nach Stein[1] endlich sollen sich die Schwärmer entweder aus Knospen, welche sich um die zapfenförmigen Kernfortsätze bilden — somit aus dem mütterlichen Kern und Protoplasma — oder aber blos aus abgeschnürten Kernpartieen entwickeln.

Die eingehendsten Studien über die Entwickelung der Acineten-Schwärmer wurden ohne Zweifel von R. Hertwig, Bütschli und von Fraipont angestellt, welche, wie erwähnt, zur Bestätigung der Engelmann'schen Auffassung führten. Aus den Studien Bütschli's über *Podophrya quadripartita* und *Dendrocometes paradoxus* wurde auch noch das wichtige Detail bekannt, dass an den Kernen der in Fortpflanzung begriffenen Acinetinen die nämliche zarte Streifung auftritt, wie an den Kernen der übrigen Ciliaten oder an den sich zur Theilung oder Knospenbildung anschickenden Zellenkernen.*

Ich selbst habe mich, auf Grund älterer Untersuchungen, bei Besprechung der in Salzwässern lebenden *Acineta foetida* entschieden zur Claparède-Lachmann'schen Ansicht bekannt;[2] durch neuere Untersuchungen, bei welchen ich mich, Hertwig und Fraipont folgend, zum Studium der Entwickelung der Schwärmer Tinctionsmittel bediente, konnte ich mich aber von der Irrthümlichkeit der eigenen, sowie der Richtigkeit der von Engelmann, R. Hertwig, Bütschli und Fraipont vertretenen Ansicht vollkommen überzeugen, und ich kann nur bestätigen, dass in den Schwärmsprösslingen in der That blos die Kerne aus den Kernen der mütterlichen Acineten herstammen, während der Körper selbst, welcher auf einem frühen Entwickelungsstadium der Schwärmer häufig nur eine ganz dünne Schichte um die verhältnissmässig grossen Kernsprösslinge bildet, durch das mütterliche Plasma geliefert wird. Demgemäss steht — wie R. Hertwig und Bütschli ausgeführt haben — die Entwickelung der Schwärmsprösslinge der Acinetinen zu anderen bekannten Fortpflanzungsarten der Zellen thatsächlich nicht im Gegensatz; dieselbe kann ihrem Wesen nach lediglich als eine, nicht an der äusseren Oberfläche, son-

[1] Ueber Podophrya etc. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 294.

[2] Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 55.

[3] Stein, Die Infus. 73. — Clap. u. Lachm., Etudes. III. 126.

[4] Etudes. III. 108.

[5] Ueber Protozoën. Aus einem Sendschreiben an C. Th. von Siebold. ZWZ. VIII. (1856) 307.

[6] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 376.

[7] Ueber Podophrya gemmipara etc. MJ. I. (1875) 58.

[8] Ueber die Entstehung des Schwärmsprösslings der Podophrya quadripartita Clap. et Lachm. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 287. — Ferner: Ueber Dendrocometes paradoxus, Stein etc. ZWZ. XXXVIII. (1877) 49.

[9] Recherches sur les Acinetiniens de la côte d'Ostende. Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique 2. série. Tome 44—45. (1877—78) 247. und 475.

[1] Die Infusionsthiere, 164 und 217. Ferner: Der Organismus. II. 139.

* Uebrigens wurde die zarte longitudinal Streifung oder wellenförmige Runzelung des Kernes von *Dendrocometes* während der Fortpflanzung bereits von Stein erwähnt. — Die Infus. 214.

[2] Természetrajzi füz. Bd. II. (1878) 252.

dern im Inneren der Zelle vor sich gehende Knospenbildung angesehen werden, an welcher sich, wie bei anderen Fortpflanzungsarten der Zelle, Kern und Protoplasma gleichzeitig betheiligen. Zieht man nach alldem in Betracht, dass die Theilung — diese allgemeinste und gewiss auch die ursprüngliche Fortpflanzungsart der Zelle — mit der Knospenbildung durch eine ganze Reihe von Uebergängen verbunden ist, und dass sich die inneren Schwärmsprösslinge der Acinetinen eigentlich auch nur durch Knospenbildung, d. h. modificirte Theilung entwickeln, — welche innere Knospenbildung nur als eine Modification jener äusseren, welche an der Oberfläche gewisser Protisten, z. B. der *Podophrya gemmipara* stattfindet, angesehen werden kann: so muss der R. HERTWIG'sche Ausspruch, dass auch die Fortpflanzung der Acinetinen ganz nach den Principien der Zelltheilung verlaufe,[1] als vollkommen begründet angenommen werden.

Die Entwickelung der Schwärmsprösslinge der Acinetinen zeigt nicht die geringste Abhängigkeit von Grösse und Reife der Mutterindividuen; in kleinen Individuen werden Schwärmsprösslinge eben so häufig angetroffen, wie in grossen. Hat die Entwickelung der Schwärmsprösslinge einmal begonnen, so wiederholt sich dieselbe in der Regel rasch nach einander, wodurch der mütterliche Körper vollkommen erschöpft und durch den letzten Schwärmer beinahe gänzlich verbraucht wird; in diesem Falle, sowie bei sehr grossen Schwärmern erscheint die Schwärmerbildung gleichsam als Häutung; dies wurde von STEIN bei *Acineta Astaci*,[2] von BÜTSCHLI aber bei *Dendrocometes*[3] beobachtet.

Die Schwärmsprösslinge entwickeln sich zumeist einzeln und schwärmen nach erlangter voller Reife auch einzeln aus der Mutterzelle aus. Dem gegenüber enthalten manche Acinetinen gleichzeitig mehrere Schwärmer; so haben CLAPARÈDE und LACHMANN bei *Podophrya Trold* 2, bei *P. Lyngbyi* 5 und bei *P. Pyrium* 4 bis 8 Schwärmsprösslinge beobachtet.[4] Bei *Podophrya quadripartita* entwickelt sich meist ein einziger relativ grosser Schwärmsprössling, doch haben CLAPARÈDE und LACHMANN in der nämlichen Acinetine auch sehr viele, 16 bis 24 sehr kleine Embryonen beobachtet.[1] Bei dem bizarr geformten *Ophryodendron abietinum* thun CLAPARÈDE und LACHMANN ebenfalls zweier Grössen von Schwärmsprösslingen Erwähnung, die grossen Schwärmer werden zu Zweien gebildet, während von den kleinen Schwärmern 16 bis 20 und zuweilen noch mehr auftreten.[2] Ob sich die in grösserer Anzahl vorhandenen Embryonen sämmtlich einzeln entwickeln, oder ob sie sich durch Theilung oder Knospung aus einem zuerst angelegten Schwärmer vermehren, kann auf Grund der bisherigen Beobachtungen kaum mit Sicherheit entschieden werden; nach der von CLAPARÈDE und LACHMANN gelieferten Schilderung scheint letzteres wahrscheinlicher, da nach den genannten Forschern die einzelnen Schwärmergruppen häufig von besonderen, dünnwandigen Schläuchen umhüllt sind.

In Bezug auf Gestalt und Bewimperung sind die Schwärmsprösslinge der Acinetinen unter einander, und natürlich auch von den entwickelten Acinetinen sehr verschieden. Der eine mehr-weniger starke Schicht bildende Protoplasmaleib ist entweder fein granulirt und hell, oder wie bei den entwickelten Acinetinen wegen der groben Körnchen und Brocken dunkel. Der Kern ist — auch bei jenen Acinetinen, welche in entwickeltem Zustand lang gestreckte, hufeisenförmige oder verzweigte Kerne haben — meist kugelförmig. Die pulsirenden Vacuolen sind bei den mit einer oder weniger Vacuolen versehenen Acinetinen in einer mit den entwickelten Formen übereinstimmenden Anzahl vorhanden; bei jenen hingegen, welche zahlreiche Vacuolen haben (z. B. *Podophrya cothurnata, P. Steinii, Acineta linguifera*) enthalten die Schwärmsprösslinge stets weniger Vacuolen.

Der Form nach sind die Schwärmsprösslinge bei den meisten Acinetinen oval und in der vorderen Körperhälfte, in wechselnder Entfernung vom vorderen Pol, mit einem oder 2 bis 4 Wimperkränzen versehen. Solche Schwärmer sehen den von ihren Stielen losgelösten und mittelst der provisorischen Cilienkränze schwärmenden Vorticellinen, insbesondere aber den zur knospenförmigen Conjugation bestimmten, kleinen Vorticellinen-Schwärmern, welche weiter unten noch des Näheren besprochen werden sollen, zum Verwechseln ähnlich; dieselben, besonders die mit einem einzigen Cilienkranz, erinnern ferner auch

[1] Diss. cit. 70.
[2] Der Org. I. 105.
[3] Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 58.
[4] Etudes. III. 108.

[1] Etudes. III. 116.
[2] Etudes. III. 146.

noch überraschend an die Schwärmsporen der Oedogonien.

Diese peritrichen ovalen Schwärmsprösslinge — wie erwähnt, die häufigsten — sind meines Erachtens für die Schwärmsprösslinge der Acinetinen als typisch anzusehen und die von ihnen in Bezug auf Gestalt und Bewimperung scheinbar gänzlich abweichenden Schwärmsprösslinge können auf sie ohne Zwang zurückgeführt werden.

Behufs leichterer Orientirung wollen wir an den peritrichen ovalen Schwärmern drei Achsen unterscheiden: eine in der Medianlinie verlaufende, den vorderen und hinteren Pol des Schwärmers verbindende Hauptachse und — mit Rücksicht auf das weiter unten Folgende — zwei Nebenachsen, welche sowohl die Hauptachse, als auch sich gegenseitig im Mittelpunkt unter rechtem Winkel kreuzen. Es ist klar, dass bei diesen ovalen peritrichen Schwärmsprösslingen, welche unter HAECKEL's *Protaxonia diplopola* [1] einzutheilen sind, die Hauptachse der Längsachse des Schwärmers, die gleiche Pole verbindenden Nebenachsen aber den Querachsen des Schwärmers entsprechen.

Dies vorausgeschickt, lassen sich nun die Schwärmsprösslinge der Acinetinen, nach ihrer Bewimperung, auf folgende Weise eintheilen:

a) *Peritriche Schwärmer.* Nachdem dieser von uns als typisch angesehene und häufigste Schwärmer bereits im Obigen beschrieben wurde, will ich hier nur noch das Eine erwähnen, dass seine Form, je nach dem Längenverhältniss der Hauptachse zu den Nebenachsen, bald oval, bald mehr cylindrisch, ferner dass die Körperzone, welche den einzigen oder auch mehrere Cilienkränze trägt, häufig eingeschnürt ist, wodurch biscuitförmige Contouren zu Stande kommen. Unter diesen peritrichen Schwärmern werden jedenfalls die mit einem einzigen Ciliengürtel versehenen, als die einfachsten, den Ausgangspunkt bilden.

b) *Hypotriche Schwärmer.* Diese sind von den für typisch gehaltenen peritrichen Schwärmern hauptsächlich dadurch verschieden, dass die der Hauptachse der Peritrichen entsprechende und bei letzteren stets mit der Längsachse zusammenfallende Achse kürzer ist, als die beiden Nebenachsen; ferner dass der vor dem einen oder den mehreren Cilienkränzen gelegene Pol abgeflacht oder gar muldenförmig ausgehöhlt ist. Infolge dieser Verhältnisse hat sich an dem Körper des Schwärmers eine convexe Rückenseite und eine flache oder gar concave Bauchseite differenzirt, welch letztere von einer ein- oder mehrfachen Wimperzone umsäumt ist. Hiezu gesellt sich meistens auch noch eine Streckung des Körpers in der Richtung der einen Nebenachse, wodurch diese zur Längsachse, die andere zur Seitenachse, die ursprüngliche Hauptachse aber zur Dorsoventral-Achse wird. Die peritrichen und hypotrichen Schwärmer verhalten sich demnach zu einander etwa wie die Holothurien zu den Clypeastern. Eine hypotriche Bewimperung haben z. B. die mützenförmigen Schwärmer der *Podophrya Carchesii* welche lebhaft an die *Trichodinen* erinnern; [1] ferner die ellyptischen oder ovalen, vorne abgestutzten Schwärmer von *Dendrocometes paradoxus*; [2] dann die stark abgeflachten linsenförmigen Schwärmer von *Trichophrya Epistylidis,* [3] *Acineta digitata* und *Dendrosoma Astaci*; [4] desgleichen sowohl die grossen als die kleinen Schwärmer des *Ophryodendron abietinum*; [5] endlich sind die zungenförmigen äusseren Schwärmsprösslinge von *Podophrya gemmipara* ebenfalls hypotrich, und besonders durch die muldenförmige Vertiefung der Bauchseite ausgezeichnet.

c) *Holotriche Schwärmer.* Die hierher gehörigen Acinetinen-Schwärmer sind von den peritrichen Schwärmern in den allereinfachsten Fällen blos dadurch verschieden, dass sich ihre Bewimperung auf den ganzen Körper erstreckt. Solche Schwärmer habe ich bei *Acineta foetida* beobachtet. [6] Die Entwickelung dieser vollständigen Bewimperung lässt sich auf zweierlei Weise erklären: entweder haben die ursprünglich peritrichen Schwärmer durch bedeutende Vermehrung ihrer Wimperkränze eine holotriche Bewimperung erhalten; oder es hat sich die holotriche Bewimperung ganz unabhängig von den Cilienkränzen entwickelt. Beide Möglichkeiten lassen sich durch Beobachtungen unterstützen. Für die erste Möglichkeit, nämlich für die Bedeutung der holotrichen Bewimperung als einfache Modification, Potenzirung oder höhere Entwickelung des ursprünglichen peritrichen Zustandes kann ich die Beobach-

[1] Vgl. Generelle Morphologie I. 426.

[1] CLAP. u. LACHM. Etudes. III. 114.

[2] STEIN, Die Infus. 214. — BÜTSCHLI, Ueber Dendrocometes etc. ZWZ. XXVIII. (1877) 58.

[3] BÜTSCHLI, op. cit. 308.

[4] STEIN, Der Org. I. 105.

[5] CLAP. u. LACHM., Et. III. 146.

[6] Természetrajzi füz. II. (1878) 255.

tung anführen, dass ich bei *Podophrya quadripartita* oft ganze Generationen von Schwärmern mit so sehr vermehrten Cilienkränzen sah, dass ihr Körper blos am Vorder- und Hinterende wimperlos blieb; diese unbewimperten Partieen waren aber zuweilen so klein, dass die Schwärmer beinahe holotrich erschienen.[1] Die andere Möglichkeit, nämlich die von der Peritrichen gänzlich unabhängige Entwickelung der holotrichen Bewimperung wird durch eine Beobachtung Bütschli's ebenfalls an *Podophrya quadripartita* gestützt. Nach Bütschli tragen nämlich die mit vier Cilienkränzen versehenen Schwärmer von *P. quadripartita* auch auf einem kleinen Fleck ihres hinteren Körperendes zarte Cilien.[2] Auf Grund dieser Beobachtung scheint es wahrscheinlich, dass die holotriche Bewimperung aus jenen von den Wimperkränzen unabhängigen feinen Cilien ausgeht, welche die peritrichen Schwärmer von Podophrya quadripartita an ihrem hinteren Körperende tragen, und von welchen aus eine die ganze Körperoberfläche überwuchernde Bewimperung ihren Ausgang nehmen konnte.

Wie immer aber auch die holotriche Bewimperung sich entwickelt haben mochte, so viel scheint gewiss, dass den Ausgangspunkt auch für die holotrichen Schwärmer die peritrichen bilden, auf welche sie ebenso zurückgeführt werden können, wie die hypotrichen Schwärmer. Die holotrichen Schwärmer sind nur selten oval oder cylindrisch, sondern — den hypotrichen Schwärmern gleich — gewöhnlich abgeflacht und in der Richtung der einen Körperachse gestreckt. Holotriche Schwärmer besitzen ausser der bereits erwähnten *Acineta foetida* noch *Podophrya cothurnata,*[3] *Podophrya Steinii,*[5] *Acineta lingulata,*[5] *Acineta solaris*[6] und wahrscheinlich auch *Podophrya Lichtensteinii.* Ferner sind, wie bereits oben erwähnt, auch die Theilungssprösslinge der durch Theilung sich fortpflanzenden *Acinetinen* holotrich; endlich entwickelt sich eine holotriche Bewimperung, wie gleichfalls bereits erwähnt wurde, auch bei *Podophrya fixa,* wenn sie sich anschickt ihren Ort zu wechseln.

Als Modification der holotrichen Bewimperung ist jenes, von Stein an den grossen, ovalen Schwärmern von *Acineta Astaci* beobachtete dichte Cilienkleid zu betrachten, welches auf der convexen Rückenseite blos das vordere Viertel, auf der flachen Bauchseite hingegen die vorderen zwei Drittel bedeckt.[1]

An den Schwärmsprösslingen der Acinetinen muss noch einer eigenthümlichen, und für diese im entwickelten Zustand gänzlich mundlosen Infusorien auf den ersten Blick geradezu überraschenden Differenzirung, nämlich der für *Mund* und *Schlund* zu haltenden Theile gedacht werden. Es wurde diese Differenzirung zuerst von Stein bei den Schwärmsprösslingen von *Dendrocometes paradoxus* erwähnt, bei welchen vom vorderen Körperende ein knieförmig gebogener Spalt ausgeht, welcher am linken Körperrand verläuft, bis zur Mitte des Körpers oder noch über diese hinaus verfolgt werden kann, und wie Stein sagt, mit dem später sich zum Schlund entwickelnden bewimperten Spalt der Sprösslinge von *Spirochona gemmipara* gänzlich übereinstimmt, jedoch unbewimpert ist und, nach Stein, auch keine Oeffnung erkennen lässt.[2] Auch Claparède und Lachmann erwähnen bei der Beschreibung der *Podophrya Trold* eines eigenthümlichen Kanals, einer schlundartigen Einstülpung an den Schwärmern dieser Acinetine.[3] Von den acinetenförmigen Embryonen der *Bursaria truncatella* berichtet Eberhard, dass dieselben, aus der Bursaria frei geworden, wie die Acineten, Tentakeln hervorstrecken, aber dieselben wieder einziehen, worauf sich ihre ganze Körperoberfläche mit Cilien bedeckt; hierauf nimmt der Körper die Form eines platt gedrückten Weizenkornes an, welchem auch die am Weizenkorn vorhandene longitudinale Furche nicht abgeht, und am vorderen Ende dieser Furche öffnet sich der Mund.[4] Auf der Bauchseite der Schwärmer von *Podophrya gemmipara* befindet sich nach R. Hertwig eine fein bewimperte röhrige Einstülpung, welche vom zugespitzten Basalende des noch angewachsenen, das heisst vom vorderen Körperpol des freigewordenen

[1] Diss. cit., loc. cit.

[2] Diss. cit. JZ. X. Neue Folge III. (1876) 298.

[3] Stein, Die Infus. Die diademartige Acinete 73. — Clap. u. Lachm. Etudes. III. 126.

[4] Stein, Die Infus. Acinetenzustand der Opercularia articulata. 120.

[5] Stein, Die Infus. Acinete mit dem zungenförmigen Fortsatze. 106.

[6] Stein, Der Org. I. 105.

[1] Stein, Die Infus. Acinetenzustand der Opercularia Lichtensteinii. 227.

[2] Die Infus. 214.

[3] Etudes. III. 129.

[4] Beiträge zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. ZWZ. XVIII. (1868) 120.

Sprösslings ausgehend, der convexen Rückenseite zustrebt und in einem unbewimperten, spindelförmigen, vacuolenartigen Gebilde blind endigt.[1] Aus dieser Schilderung ist ersichtlich, dass dieses schlundartige Organ der Schwärmer von *Podophrya gemmipara* mit dem sich in eine Vacuole öffnenden Schlund gewisser Ciliaten, z. B. der *Paramecien* sehr übereinstimmend gebaut und von diesem eigentlich nur durch das blinde Ende verschieden ist.

Von Stein wird ferner erwähnt, dass die Schwärmer vieler Acinetinen an gewissen Stellen des Körpers mit einer kleinen, runden, mundförmigen Saugscheibe versehen sind, welche häufig auf einer kurzen, zapfenförmigen Erhebung sitzt und den Schwärmern zur Fixirung dient, wenn sich dieselben nach beendigter Schwärmperiode zu Acineten umwandeln. Bei den Schwärmsprösslingen von *Acineta solaris* und *A. foetida* liegt dieses Saugscheibchen nahe zum vorderen Körperende, bei *Acineta Astaci* ziemlich in der Mitte der Bauchseite, ähnliche nabelartige Saugscheibchen finden sich bei den holotrichen Schwärmsprösslingen von *Podophrya fixa* und *Acineta mystacina*.[2] Bei der Beschreibung der *Acineta foetida* wurde auch von mir dieses Organes gedacht, mittelst welchem sich die holotrichen Schwärmer, wenn sie während ihres wilden Umherschiessens auf Momente ausruhen, auf fremden Gegenständen, gleichwie mittelst wirklicher Saugscheiben fixiren können, und aus welchem nach Ablauf der Schwärmperiode der Stiel hervorwächst.[3] Ferner wurde von mir auch darauf hingewiesen, wie sehr diese Haftscheibchen an die aufgeworfenen ringförmigen Lippen der in die Familie der Enchelinen gehörigen Infusorien erinnern. Mit ähnlichen Saugscheiben sind auch jene, offenbar in den Kreis der Acinetinen gehörigen, Holophryen ähnlichen Infusorien versehen, welche Stein in *Bursaria truncatella* sehr zahlreich sich entwickeln sah und als Embryonen dieser Infusorien beschrieb.[4]

Es unterliegt, meiner Auffassung nach, kaum einem Zweifel, dass die im Obigen erörterten schlundähnlichen Organe der Acinetenschwärmer mit dem hornförmig gebogenen, röhrigen Schlund gewisser mit Mund versehener Infusorien (z. B. der *Vorticellinen* und *Parameciinen*), — die eben geschilderten Saugscheibchen aber mit den Lippen der in die Familie der Enchelinen gehörigen Infusorien homologe Gebilde darstellen, und Hertwig war gewiss berechtigt darauf hinzuweisen, dass der bei den Schwärmern gewisser Acinetinen beobachtete Mund und Schlund in Verbindung mit der verschiedenen Bewimperung — da bei den Acinetinen, mit Ausnahme der Heterotrichen, die Bewimperung sämmtlicher übrigen Infusoriengruppen vertreten ist — wichtige Grundlagen für den Nachweis der Genealogie, der phylogenetischen oder — was ich meinerseits durchaus nicht für unmöglich halte — der ontogenetischen Zusammengehörigkeit der Acinetinen mit den übrigen Ciliaten darbietet.[1]

Beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse ist das noch nicht möglich und darum beschränke ich mich an dieser Stelle, die gedachten Verhältnisse einfach berührt zu haben und will hier nur noch erwähnen, dass das schlundartige Organ und das mundähnliche Saugscheibchen der Acinetenschwärmer keineswegs für rudimentäre Organe zu halten sind, denn sie persistiren auch nach beendigter Schwärmperiode und sind berufen wichtige Aufgaben zu erfüllen. Hinsichtlich der Saugscheibchen kann ich, gestützt auf meine Untersuchungen über *Acineta foetida*, die Richtigkeit der Stein'schen Behauptung[2] entschieden bestätigen: nach beendigter Schwärmperiode heften sich die Schwärmer thatsächlich mittelst derselben an und nachdem sie fixirt sind, wächst aus dem Scheibchen der Stiel hervor.[3] Das schlundartige Organ hingegen ist nichts weiter, als der bereits oben erwähnte Geburtscanal der entwickelten Acinetinen, welcher bei den Individuen, welche keine Schwärmsprösslinge enthalten, meist ganz verschlossen ist und darum nicht wahrgenommen werden kann. Ein Blick auf die von Stein vom Schwärmsprössling des *Dendrocometes paradoxus*,[4] ferner auf die von Bütschli von der entwickelten Form der nämlichen Acinetine gelieferte Abbildung[5] genügt um sich von der Richtigkeit dieser Ansicht, d. i. von der Identität des Schlundes der Schwärmer mit dem Geburtskanal des entwickelten

[1] Diss. cit. 44.
[2] Der Org. I. 105.
[3] Természetrajzi füz. II. (1878) 255.
[4] Der Org. II. 306.

[1] Ueber Podophrya gemmipara, 72.
[2] Der Org. I. 105.
[3] Természetrajzi füz. II. (1878) 255.
[4] Die Infus. Taf. V. Fig. 10, 11, 13, 17.
[5] ZWZ. XXVIII. (1877) Taf. VI. Fig. 5.

Dendrocometes zu überzeugen. Ein weiterer Schritt führt uns zu dem Ergebniss, dass die vorliegenden Beobachtungen auch über die Entwickelungsart dieses schlundartigen Ganges eine befriedigende und überzeugende Aufklärung geben. Diesbezüglich muss ich wieder auf die von Bütschli von der Entwickelung der Schwärmsprösslinge des *Dendrocometes* gelieferten Abbildungen [1] verweisen, auf welchen deutlich zu sehen ist, dass auf der Stelle, wo sich später das schlundartige Organ anlegt, während der Entwickelung des Schwärmers jener strangartig ausgezogene Theil des Kernes verläuft, welcher den mütterlichen Kern mit dem des Schwärmers eine Zeit lang noch verbindet, woraus sich, meines Erachtens, von selbst ergiebt, dass das schlundartige Organ des Schwärmers und der Geburtscanal des entwickelten Dendrocometes nichts anderes sein kann als jener Weg, auf welchem der Kern in den Schwärmer hineinsprosste. Bei dieser Auffassung von der Entwickelung des schlundartigen Organes der Acinetenschwärmer wird man in dem, auf eine andere Weise ganz unerklärlichen Umstand, dass das schlundartige Organ auch bei den Schwärmern der mit einem Geburtscanal nicht versehenen und sich durch äussere Knospenbildung fortpflanzenden *Podophrya gemmipara* auftritt, nichts Absonderliches erblicken, da die Knospen auch bei Dieser ihre Kerne durch Sprossbildung aus dem Mutterkern erhalten; und in der That verläuft das von Hertwig beschriebene schlundartige Organ auch hier ganz dem Weg entsprechend, auf welchem der Kern in den Sprössling eindrang. Dass sich in dieser Podophrye endogene Schwärmsprösslinge nicht entwickeln, ist auch leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass sich diese Schwärmer nach den Untersuchungen von Hertwig mit dem *Mundende* anheften, wodurch der Schlund bei der Entwickelung des Stieles unterdrückt wird. Was endlich den lippenförmigen Wulst oder das Saugscheibchen der Schwärmsprösslinge der Acinetinen betrifft, glaube ich kaum zu irren, wenn ich behaupte, dass dieser kleine warzenförmige Vorsprung jenem Stiel entspricht, mittelst welchem der Sprössling mit dem Mutterleib bis zur vollständigen Trennung zusammenhing, also gleichsam einen Knospungsnabel repräsentirt.

Ob diese so überaus wahrscheinlichen Deutungen der Wahrheit auch thatsächlich entsprechen, werden erst hierauf gerichtete Specialuntersuchungen entscheiden.

Wie oben bereits erwähnt wurde, lassen sich bei mehreren Acinetinen (*Podophrya quadripartita, Ophryodendron abietinum*) grosse und kleine Schwärmer unterscheiden. Gestützt auf die Kenntnisse von den kleinen Schwärmern oder Microgonidien der Flagellaten und der mit Mundöffnung versehenen, weiter unten noch ausführlich zu behandelnden Ciliaten, ist es sehr wahrscheinlich, dass sich auch diese kleinen Schwärmsprösslinge nicht unmittelbar zu Acinetinen entwickeln, sondern dass dieselben möglicherweise zur Conjugation bestimmt sind. Beim heutigen Stand unserer Kenntnisse ist dies aber blos eine auf Analogieen gestützte, des Beweises noch bedürftige Vermuthung; man könnte sich höchstens auf die von Fraipont bei *Acineta divisa* beobachtete und im Obigen geschilderte und analysirte Fortpflanzung durch s. g. Divertikel berufen, welche, wie ich bestrebt war nachzuweisen, wahrscheinlich einer knospenförmigen Conjugation entspricht.

Es wurde bereits erwähnt, dass bei manchen Acinetinen, hinsichtlich der Bewimperung, verschiedene Schwärmsprösslinge vorkommen. Ich machte diese Beobachtung, wie erwähnt, bei *Podophrya quadripartita*, bei welcher nach D'Udekem auch Schwärmer von abgeplatteter Gestalt, welche blos an ihrer flachen Bauchseite mit drei bis vier Reihen Cilien umsäumt sind, vorkommen,[1] — ferner bei *Acineta foedita,* bei welcher sowohl peritriche als holotriche Schwärmer vorkommen.

Die Schwärmsprösslinge der Acinetinen pflegen nach Verlassen der Mutter meist in wilder Hast fortzuschwärmen, drehen sich fortwährend um die Längsachse und sind auf ihrer, grosse Spiralwindungen beschreibenden Bahn sehr schwer zu verfolgen. Die Dauer dieses raschen, oder wie Lachmann charakteristisch bemerkt,[2] gleichsam rasenden Herumschwärmens ist sehr verschieden: bei manchen Acinetinen hört das Schwärmen, nach Lachmann, schon nach einer halben Stunde auf, bei anderen erstreckt sich hingegen die Schwärmperiode auf mehrere Stunden. Cienkowski hat den Schwärmer einer Podo-

[1] Loc. cit. Taf. VI. Fig. 6, 7, 9.

[1] Sur le développement des Infusoires. Mémoir. de l'Acad. roy. de Belgique. Tome XXX. (1857) 12.

[2] Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. (1856) 91.

phrye bis zur Fixirung fünf Stunden lang verfolgt.[1] JOHANNES MÜLLER hat nach LACHMANN bereits im Jahre 1852 die Umwandlung des Schwärmers von Podophrya Lemnarum zur Acinetine beobachtet; die Bewegungen des Schwärmers wurden immer langsamer, hörten schliesslich ganz auf, worauf unter Verlust der Cilien aus dem fixirten Schwärmer die für die Acinetinen charakteristischen Strahlen auswuchsen.[2] Dieselbe Beobachtung wurde von CIENKOWSKI,[3] D'UDEKEM,[4] LACHMANN und CLAPARÈDE,[5] später von STEIN[6] und mehreren neueren Forschern an verschiedenen Acinetinen gemacht. Wie ich bereits wiederholt Gelegenheit hatte zu erwähnen, pflegen sich, nach STEIN, die Acinetinenschwärmer nach beendigtem Schwärmen mittelst der Saugscheibchen zu fixiren, und letztere sind es, welche dann zu den Stielen auswachsen. Nach allen diesen Beobachtungen kann man für bewiesen erachten, dass sich die fixirten Acinetinenschwärmer nicht zu anderen Infusorien, sondern zu Acinetinen entwickeln.

Die sogenannte Acineten-Theorie von Stein.

Als STEIN vor einem Vierteljahrhundert, im Jahre 1847 sich an das Studium der Infusorien machte, stand er unter dem lebhaften Eindruck der durch die Studien über *Gregarinen* erzielten erfolgreichen Entdeckungen, unter welchen die Conjugation und Encystirung der Gregarinen und deren Zerfall nach vollständigem Verschmelzen in die weiter oben behandelten Sporen am wichtigsten erschien. Er richtete daher zunächst auf die Entdeckung des Encystirungsprocesses bei Infusorien sein Augenmerk; die Existenz dieses Processes konnte mit um so mehr Recht vermuthet werden, als bereits v. SIEBOLD nachgewiesen hatte, dass sich die *Euglenen* zu einer gewissen Zeit kugelig contrahiren und mit Cysten umgeben, und gleichzeitig die Möglichkeit hervorhob, dass die encystirten Euglenen ihre Kapseln früher oder später in einer veränderten Form wieder verlassen.[1] Gleich die ersten Nachforschungen führten STEIN zu dem Ergebniss, dass eine Encystirung in der That auch bei den Ciliaten besteht und, wie heute bereits bekannt, im Leben der Ciliaten eine sehr wichtige Rolle spielt, mit der Fortpflanzung dieser Protisten aber im engsten Zusammenhang steht. Durch die ersten Forschungen wurde STEIN zugleich auch noch zu einer anderen sehr wichtig erscheinenden Entdeckung geführt, welche in der Aufstellung der *Acineten-Theorie* ihren Ausdruck fand, und eine Zeit lang als Glanzpunkt der STEIN'schen Entdeckungen gefeiert wurde.

Im Monat Mai des Jahres 1848 sammelte STEIN zu Demonstrationszwecken Algenfäden, welche mit äusserst vielen Individuen der kleineren Form von *Vaginicola crystallina* bedeckt waren, und war nach mehreren Tagen, bis wann die Demonstration aufgeschoben werden musste, nicht wenig erstaunt zu finden, dass die zahlreichen Vaginicolen beinahe gänzlich verschwunden waren, deren Stelle aber von eben so zahlreichen eigenthümlichen, von den Vaginicolen ganz abweichend organisirten Infusorien eingenommen wurde, welche mit den Hülsen der verschwundenen Vaginicolen in mancher Hinsicht übereinstimmend gebaute zierliche Hülsen bewohnten, und in welchen STEIN die EHRENBERG'sche *Acineta mystacina* erkannte.[2] Diese Beobachtung sollte der Acineten-Theorie als Ausgangspunkt dienen. STEIN ging nämlich von der — a priori sehr wahrscheinlich klingenden — Annahme aus, dass die an Stelle der Vaginicolen getretenen Acineten keine selbständigen Infusorien sein können, sondern sich aus den Vaginicolen entwickelt haben mussten, dass sich also die Vaginicolen unter gewissen Verhältnissen zu Acineten umwandeln. Die behufs Prüfung der Richtigkeit dieser Voraussetzung unternommenen Nachforschungen führten STEIN zum Ergebniss, dass sich die Vaginicolen thatsächlich in Acineten umwandeln, dass sie während dieser Metamorphose die Vorticellinen-Organisation ablegen, sich innerhalb der Hülsen zu Kugeln contrahiten und Acineten werden, aus wel-

[1] Bulletin de l'Acad. imp. de St. Pétersbourg. 1855. Vgl. LACHMANN, diss. et loc. cit.

[2] Diss. cit. 341.

[3] Diss. cit. — Ferner: Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Pétersbourg. Tome II. 1855. Vgl. STEIN, Der Org. I. 48.

[4] Sur le développement des Infusoires. Mémoir. de l'Acad. roy. de Belgique. XXX. (1857) 12.

[5] LACHMANN, diss. cit. 390; ferner: Etudes. III. 108.

[6] Tagesblatt der 32. Versamml. deutsch. Naturforsch. in Wien im J. 1856. Nr. 3. — Vgl. Der Org. I. 51.

[1] Lehrb. der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. (1845) 25.

[2] Untersuchungen über die Entwickelung der Infusorien. AN. 15. Jahrg. (1849) I. 109.

chen später die zu Büscheln angeordneten charakteristischen Fäden auswachsen; inzwischen verwandeln sich auch die Hülsen der Vaginicolen allmälig zu den charakteristischen Hülsen der Acineta mystacina.

Der entwickelungsgeschichtliche Zusammenhang der *Vaginicola crystallina* mit der *Acineta mystacina* wurde noch durch den Befund unterstützt, dass Stein in Gesellschaft der auf Lemna-Wurzeln lebenden grösseren Form von *Vaginicola crystallina* auch viel grössere Acineten antraf; diese grösseren Acineten schienen aber aus den grösseren Vaginicolen durch eine ganz ähnliche Metamorphose hervorzugehen, wie die kleineren Acineten aus den kleineren Formen der Vaginicola crystallina.[1]

Die in der betretenen Richtung fortgesetzten, von Stein in zwei Abhandlungen[2] und in seiner ersten grossen Arbeit[3] publicirten Untersuchungen ergaben, dass sämmtliche Acinetinen, welche mit den *Vorticellinen*, *Ophrydinen* und *Spirochoninen* zusammen leben, keine selbständigen Organismen, sondern blos Acineten-Zustände der betreffenden Infusorien sind, aus welchen sie sich durch Metamorphose entwickeln.

Bei den Vorticellinen mit starrem Stiel und den Spirochoninen geht die Metamorphose in der Weise vor sich, dass die von ihren Stielen getrennten Individuen oder, wie bei Spirochona, die vom Mutterindividuum losgelösten Sprösslinge nach ihrer Anheftung sich unmittelbar in Acinetinen umwandeln; dagegen pflegen die mit contractilen Stielen versehenen Vorticellinen sich zuerst zu encystiren, und ihre Metamorphose in die Acinetenform geht im encystirten Zustand vor sich; bei den Vaginicolen und Cothurnien endlich wird, wie bereits geschildert, aus dem Körper des Ciliaten der Leib, aus der Hülse aber die Hülse oder der Panzer der Acinete.

Die weiteren Studien über die Acinetinen führten, wie oben bereits erwähnt, alsbald zur Entdeckung der inneren Schwärmsprösslinge. Diese Schwärmsprösslinge sehen — wie wir bereits darlegten — bei sehr vielen Acinetinen den von ihren Stielen losgelösten und mit hinteren Cilienkränzen versehenen Vorticellinen-Schwärmern zum Verwechseln ähnlich. Nachdem die Metamorphose der im weiteren Sinn genommenen Vorticellinen zu Acineten bei Stein bereits zur Ueberzeugung gelangte, wähnte er sich zur Annahme berechtigt, dass die den Vorticellinen-Schwärmern so auffallend ähnlichen Schwärmsprösslinge der Acinetinen sich nach ihrem Niederlassen nicht zu Acinetinen, sondern zu Vorticellinen entwickeln.

Nach dieser Stein'schen Acineten-Theorie unterliegen also die Vorticellinen einer Metagenese; d. h. nachdem dieselben mehrere Generationen hindurch mittelst Theilung oder Knospenbildung sich selbst ähnliche Individuen erzeugt haben, geht die letzte Generation in den Acineten-Zustand über, welche Ammen entsprechen, deren Sprösslinge wieder in den Vorticellinen-Zustand zurückkehren.

In Anbetracht dessen, dass der Körperbau der Acinetinen, trotz seiner grossen Verschiedenheit von dem der übrigen Ciliaten, in mancher Beziehung dennoch so auffallend an die Vorticellinen erinnert: ferner dass die Acinetinen in der Gesellschaft der Vorticellinen vorkommen und erst mit dem Ueberhandnehmen der Vorticellinen auftreten, sowie dass deren Schwärmsprösslinge mit den Schwärmern der Vorticellinen und Spirochoneen scheinbar gänzlich übereinstimmen; in Anbetracht ferner, dass zur Zeit des Auftretens von Stein für die weite Verbreitung der von Stenstrup erst kurz zuvor entwickelten Lehre vom Generationswechsel unter den niederen Thieren sich immer mehr zeugende Daten anhäuften: alldas in Betracht gezogen, schien die von Stein auf eine Reihe eingehender und gewissenhafter Studien gegründete neue Lehre schon a priori sehr überzeugend und wurde mit nahezu ungetheiltem Beifall aufgenommen. Es geht das aus folgendem, nach dem Erscheinen der ersten Stein'schen Mittheilung von einer der Coryphäen der Zoologie, von v. Siebold gethanen wichtigen Ausspruch, mit welchem er Cohn's Entdeckung der Conjugation des *Actinosphaerium* begleitet, am klarsten hervor: «Ich bin überzeugt — sagt v. Siebold — wir werden überraschende Resultate aus diesen Beobachtungen erhalten und erfahren, dass verschiedene Formen von Protozoën als die zu einer und derselben Art gehörigen Generationen betrachtet werden müssen, welche nach gewissen Gesetzen in einer bestimmten Reihenfolge mit einander wechseln. Es gehört jetzt zu den Aufgaben der Zoologen, die Classe der Protozoën, welche bisher nur nach ihrer Körperform systema-

[1] Diss. cit. 115.

[2] Diss. cit. — Ferner: Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte etc. ZWZ. III. (1852) 475.

[3] Die Infusionsthiere auf ihre Entwickelungsgeschichte untersucht. 1854.

tisch geordnet wurden, soweit in ihren physiologischen Beziehungen zu einander zu erforschen, dass nun auch die durch Formenwechsel verschiedenen Generationsreihen richtig zusammengestellt werden können, um auf diese Weise eine Uebersicht der eigentlichen Arten zu erlangen.[1]

Die Richtigkeit der STEIN'schen Ansicht schien auch an einer älteren Beobachtung eine Stütze zu finden, indem die Existenz eines genetischen Zusammenhanges zwischen *Vorticella microstoma* und *Podophrya fixa* bereits von PINEAU behauptet wurde;[2] nur soll sich nach PINEAU die — von ihm, nach DUJARDIN, als *Actinophrys pedicillata* bezeichnete — *Podophrya fixa,* nach Einziehen der Saugfäden und Entwickelung des Mundes und des Wimpersystems, in eine Vorticelle umwandeln, aus den Vorticellen-Cysten aber sollen sich Oxytrichen entwickeln.

Noch kräftigere Belege für die Acineten-Theorie schienen die, die PINEAU'schen an Gründlichkeit weit übertreffenden Untersuchungen von D'UDEKEM zu liefern, durch welche der genannte Forscher, von STEIN ganz unabhängig, zur Aufstellung der Existenz eines genetischen Zusammenhanges zwischen Vorticellinen und Acinetinen geführt wurde. Nach den Untersuchungen von D'UDEKEM[3] soll die *Epistylis plicatilis* ein dimorpher Organismus sein, welcher sich mehrere Generationen hindurch einfach durch Theilung fortpflanzt, bis sich einzelne Individuen, ohne ihren Stiel zu verlassen, zu Kugeln contrahiren und encystiren. Innerhalb dieser Cysten entwickeln sich aus den Epistylen den *Opalinen* ähnliche holotriche Infusorien, welche sich nach Verlassen der Cysten und einer Schwärmezeit von verschiedener Dauer an den Stielen der Epistylis-Bäumchen niederlassen, die Cilien verlieren und in jene Acineten-Form übergehen, welche auch von STEIN für den Acineten-Zustand der Epistylis plicatilis gehalten, von CLAPARÈDE und LACHMANN aber als *Podophrya quadripartita* bezeichnet wurde. Aus den Schwärmsprösslingen der in die Acineten-Form übergegangenen Epistylen entwickeln sich schliesslich nicht, wie STEIN behauptet, Epistylen, sondern wieder nur acinetenförmige Individuen.

D'UDEKEM gegenüber haben CLAPARÈDE und LACHMANN, gestützt auf sehr eingehende Studien, nachgewiesen, dass die in den Cysten entwickelten opalinenartigen Infusorien keineswegs durch Metamorphose der Epistylen zu Stande kommen, sondern nichts weiter als gefrässige *Amphilepten* sind, welche die Epistylen verschlingen, und sich auf deren Stielen encystiren, um diese Cysten, nach Verdauung der Beute, allein oder in zwei Individuen getheilt wieder zu verlassen; in einem genetischen Zusammenhang stehen dieselben aber weder mit den Epistylen, noch mit der Podophrya quadripartita.[1]

Zu demselben Ergebniss gelangte ENGELMANN, der an *Carchesium polypinum,*[2] sowie auch STEIN, der an *Epistylis plicatilis, Epistylis branchyophila, Zoothamnion affine, Z. Aselli* und *Carchesium polypinum* die Entwickelung der räthselhaften Amphilepten-Cysten ganz in der von CLAPARÈDE und LACHMANN beschriebenen Weise beobachtete;[3] endlich kam auch D'UDEKEM nach Wiederholung seiner Untersuchungen zur Ueberzeugung, dass seine Ansicht irrig, hingegen die von CLAPARÈDE und LACHMANN die richtige sei.[4]

Nach dieser Erledigung der D'UDEKEM'schen Theorie können die Untersuchungen dieses Forschers nicht nur keine Stütze für die STEIN'sche Lehre abgeben, sondern sie widerlegen dieselbe vielmehr, da sie doch beweisen, dass sich die Schwärmsprösslinge von *Podophrya quadripartita* nicht, wie STEIN annimmt, zu Epistylen umwandeln, sondern nach der Ansiedelung zu Podophryen entwickeln.

Aber es fanden sich auch entschiedene Gegner der STEIN'schen Acineten-Theorie, namentlich CIENKOWSKI,[5] vor Allen aber LACHMANN[6] und CLAPARÈDE.[7] Alle drei Forscher gelangten zu dem nämlichen Er-

[1] Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugations-Process der Protozoën. ZWZ. III. (1851) 67.

[2] Annales des sc. nat. 1845. III. Sér. III. 182., und ibidem: Bd. IV. 103, endlich Bd. IX. (1849) 100. — Vgl. STEIN, Der Org. I. 43.

[3] Sur le développement des Infusoires. Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique. XXX. (1857).

[1] Annales des scienc. nat. 1857. IV. Sér. VIII. 229. Ferner: Etudes, III. 106.

[2] Ueber Fortpflanzung des Epistylis crassicollis, Carchesium polypinum etc. ZWZ. X. (1859) 279.

[3] Der Org. II. 103.

[4] Description des Infusoires de la Belgique. Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique. XXXIV. (1862) 5.

[5] Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Pétersbourg. (1855) II. 263. — Vgl. STEIN, Der Org. I. 48.

[6] Ueber die Organisation der Infusorien etc. AAP. Jahrg. 1856. 387.

[7] Etudes. III. 86.

gebniss, welches sich kurz in folgende zwei Punkte zusammenfassen lässt: 1. die Vorticellinen verwandeln sich weder unmittelbar, noch in encystirtem Zustand in Acinetinen; 2. aus den Schwärmern der Acinetinen entwickeln sich wieder nur Acinetinen, aber keine Vorticellinen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass durch diese Forschungsergebnisse der verführerischen Theorie von STEIN die Grundlagen entzogen wurden, infolge dessen sie von selbst zusammenbrach. Trotzdem wollte STEIN noch eine Zeit lang an seiner Theorie festhalten und versuchte eine Modification in dem Sinne, dass sich die Acinetinen zwar nicht, wie er Anfangs angenommen hatte, einfach durch Metamorphose aus den Vorticellinen entwickeln, sondern dass die weiter unten zu besprechenden sogenannten *acinetenförmigen Embryonen* der verschiedenen Infusorien es sind, welche zu Acinetinen werden, so dass diese doch keine selbständigen Organismen sein, sondern blos gewisse Entwickelungszustände, acinetenartige Stadien verschiedener Infusorien vorstellen,[1] oder wie an einer anderen Stelle gesagt wird,[2] nur noch die Bedeutung von Ammen haben könnten. Nach dem vollständigen Erscheinen des mit dem grossen Preis der Pariser Akademie gekrönten Werkes von CLAPARÈDE und LACHMANN zögerte endlich auch STEIN nicht länger, die eigene Theorie auch in der modificirten Form entschieden zu verwerfen,[3] und zwar aus dem Grund, weil von CLAPARÈDE und LACHMANN der Nachweis geführt wurde, dass sich die Acinetinen, gerade so wie die übrigen Infusorien, conjugiren und copuliren, und dass sich im Inneren der vollständig verschmolzenen Acinetinen *«auf sexuellem Weg»* Embryonen entwickeln; alldas hält STEIN mit der Ammen-Natur der Acinetinen für unvereinbar und zweifelt daher nicht länger an deren Selbständigkeit. Dass STEIN gerade in der Conjugation der Acinetinen die Unhaltbarkeit seiner Theorie erblickt, dürfte nicht ganz consequent erscheinen, da ja die Conjugation der Acinetinen gerade von STEIN entdeckt und in seinem Werke, welchen die Acineten-Theorie begründet, beschrieben wurde.[4]

[1] Tagblatt der 32. Versammlung deutscher Naturforscher in Wien im Jahre 1856. Nr. 3.— Ferner: Der Org. I. 51.

[2] Der Org. II. 139.

[3] Der Org. II. 138.

[4] Die Infus. 147.

Dass die STEIN'sche Theorie beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse weder in der ursprünglichen, noch auch in der modificirten Form vertheidigt werden kann, das unterliegt wohl keinem Zweifel. Es lässt sich aber immerhin mit Recht die Frage stellen, ob denn der Grundgedanke von PINEAU, STEIN und D'UDEKEM, wonach die Acinetinen in den Entwickelungskreis der mit Mund versehenen Infusorien gehören, als ganz falsch und unbegründet, gänzlich zu verwerfen sei? Dass die Verwandtschaft zwischen den Acinetinen und den mit Mund versehenen Ciliaten, trotz aller Verschiedenheiten der Organisation, doch sehr eng ist, lässt sich kaum bezweifeln, und es wirft sich immer wieder die Frage auf, ob die Vertreter beider Gruppen mit einander in phylogenetischem, oder in ontogenetischem Zusammenhang stehen? Auf diese berechtigten Fragen lässt sich derzeit eine bestimmte Antwort nicht entheilen; doch werden die weiter oben citiren Worte, mit welchen v. SIEBOLD vor 31 Jahren die Richtung und den Weg der Forschung bezeichnete, zu beherzigen sein; auf diesem schwierigen und schlüpfrigen, aber eventuell zur Entdeckung wichtiger Thatsachen führenden Pfad ist bis zum heutigen Tage, sozusagen, kein einziger Schritt versucht worden.

Die Embryonen der mit Mund versehenen Infusorien.

In seiner Abhandlung über Monostomum mutabile machte v. SIEBOLD[1] die kurze Bemerkung, in einer der im Darm und der Kloake von Rana temporaria wohnenden zwei Arten von Ciliaten — welche nach STEIN nichts anderes als *Balantidium Entozoon* sein mochten — eine uterusartige Höhle beobachtet zu haben, welche zahlreiche, in lebhafter Bewegung begriffene Embryonen enthielt, von welchen mehrere vor seinen Augen den Mutterleib verliessen und im Wasser munter fortschwammen.* Diese im

[1] Helminthologische Beiträge. AN. (1835) 73. — Vgl. STEIN, Der Org. II. 315.

* Nach LEUCKART (Ber. üb. d. Leist. der Naturgesch. d. niederen Thiere i. d. J. 1854—55. AN. Jahrg. 1856. II. 433.) beschrieb GÖZE bereits im Jahre 1774 sogenannte Infusionsthiermütter, welche bis 12, an den Seiten der Mütter ausschlüpfende Junge beherbergten (Herrn Carl BONNET's wie auch einiger anderen berühmten Naturforscher auserlesene Abhandlungen aus der Insectologie; aus dem Französischen, übersetzt und mit einigen Zusätzen herausgegeben von J. A. EPHRAIM GÖZE, Halle. 1774. 417—452.). Soweit

Jahre 1834 gemachte Entdeckung v. SIEBOLD's gerieth gänzlich in Vergessenheit, ja v. SIEBOLD selbst schien nicht weiter daran zu denken, da er weder in seiner Besprechung der sofort zu erörternden FOCKE'schen Beobachtung,[1] noch auch in seinem Handbuch der vergleichenden Anatomie deren Erwähnung thut. FOCKE war es, welcher auf der im Jahre 1844 zu Bremen tagenden 22. Wanderversammlung deutscher Naturforscher und Aerzte[2] die im Herbst und Winter in sehr blassen Individuen sich bildenden Embryonen von *Paramecium Bursaria* aufs Neue zur Sprache brachte. FOCKE sah in solchen Exemplaren die von EHRENBERG für Hoden angesprochenen Organe, nämlich die Kerne, in mehrere Theile zerfallen, und konnte in jedem Theil zwei pulsirende Vacuolen und ein dunkles Organ, d. i. einen Kern unterscheiden. Dass diese in dem von FOCKE als Uterus angesehenen Kern entwickelten Gebilde in der That Embryonen entsprechen, darüber konnte FOCKE, da er dieselben auch ausschwärmen sah, nicht den geringsten Zweifel hegen.

Zwei Jahre später wurden von ECKHARD die von den mütterlichen Ciliaten gänzlich verschiedenen Embryonen von *Stentor coeruleus* und *St. polymorphus* beschrieben,[3] die Richtigkeit dieser Angabe aber durch die Untersuchungen von OSKAR SCHMIDT bestätigt.[4]

mir die Infusorienliteratur des vorigen Jahrhunderts bekannt ist, kann ich behaupten, dass dies weder die erste noch auch die einzige hierher gehörige Beobachtung im vorigen Jahrhundert ist. OTTO FRIDRICH MÜLLER hat nämlich die im Inneren seiner *Vorticella nasuta* (= *Didymium nasutum*, STEIN) entstehenden beweglichen Embryonen bereits im Jahre 1773 beschrieben und ausdrücklich bemerkt, dass sich dieses eigenthümliche Infusionsthier sowohl durch Theilung als durch innere Embryonen fortpflanzt («Vort. nasuta et partitioni et fœtubus vivis simul propagatur». Vermium terrestrium et fluviatilium etc. succincta historia. Vol. imi pars ima. Havniæ et Lipsiæ. [1773] 103.); ferner beobachtete GLEICHEN einige Jahre später die Embryonen von *Vorticella microstoma* (Dissertation sur la génération, les animalcules spermatiques, et ceux d'infusions. Paris. An. VII. 217—218. — Die mir nicht zugängliche deutsche Originalausgabe erschien im Jahre 1778.).

[1] Bericht über die Leistungen im Gebiete der Anatomie und Physiologie der wirbellosen Thiere in d. J. 1843—44. AAP. Jahrg. 1845. 116.

[2] Amtlicher Ber. 2. Abth. 109. — Vgl. v. SIEBOLD a. a. O.

[3] Die Organisationsverhältnisse der polygastrischen Infusorien. AN. 1846.

[4] FRORIEP's Notizen. Dritte Reihe. IX. 1849. — Vgl. STEIN, Der Org. I. 33.

Viel wichtiger, als die erwähnten, sind die Untersuchungen von COHN, STEIN, CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie von ENGELMANN durch welche die Lehre von der Fortpflanzung der mit Mund versehenen Infusorien durch endogene Embryonen, wie es eine Zeit lang schien, auf vollkommen feste Grundlagen gesetzt wurde.

COHN stellte seine ersten Untersuchungen an *Paramecium Bursaria* an,[1] und konnte die im Inneren dieser Infusorien erfolgende Entwickelung der von FOCKE entdeckten Embryonen bestätigen. Letztere entwickeln sich in an Pseudochlorophyll-Körperchen armen Exemplaren, wo sie in der Zahl von zwei bis acht in einem, von einer deutlich wahrnehmbaren Membran umhüllten Hohlraum enthalten sind; letzterer öffnet sich mittelst eines trichterförmig erweiterten Ganges auf die Körperoberfläche. Die Embryonen sind, wie bereits von FOCKE hervorgehoben wurde, mit zwei pulsirenden Vacuolen versehen; dagegen enthalten sie niemals Pseudochlorophyll-Körperchen, sondern sind ganz farblos und fein granulirt; einen Kern konnte COHN nicht unterscheiden. Innerhalb des Mutterleibes sind die Embryonen von kugeliger Form, und nur bei grösserer Anzahl sind sie, Parenchymzellen gleich, polygonal abgeplattet. Nach vollendeter Entwickelung treten die Embryonen durch den vorhin erwähnten Gang, seltener einzeln durch an unbestimmten Stellen sich bildende Oeffnungen aus dem Mutterleib. Während der Geburt strecken und verschmälern sich die Embryonen und behalten diese cylindrische, häufig in der Mitte eingeschnürte Form auch nach der Geburt bei. Die frei gewordenen Embryonen sind an ihrer ganzen Oberfläche mit gleich langen feinen Cilien bedeckt, unter welchen bereits COHN einzelne, in kleine Knötchen endigende Fäden entdeckte, dieselben aber für Schleimfäden hielt, welche während der Geburt ausgezogen werden und später wieder verschwinden.

Aehnliche Embryonenkugeln, wie bei den Paramecien, sah COHN auch bei *Urostyla grandis*,[2] konnte aber deren Ausschwärmen nicht beobachten.

Hinsichtlich der wichtigen Frage: aus welchen Organen der mütterlichen Infusorien sich die Embryonen entwickeln, war COHN zu keinem bestimmten Ergebniss gelangt, hält es jedoch für wahrschein-

[1] Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 271.

[2] Diss. cit. 277.

lich, dass sie sich nicht aus den Kernen entwickeln, wie es von FOCKE behauptet wurde, da er den Kern der Paramecien, welche Embryonen enthielten, häufig ganz unverändert neben den Embryonen antraf.

Zumit den von COHN mitgetheilten im Wesentlichen übereinstimmenden Ergebnissen gelangte auch STEIN durch seine Untersuchungen, welche er über die Entwickelung der Embryonen von *Paramecium Bursaria* anstellte.[1] Bezüglich der Organisation der Embryonen kam STEIN darin weiter, als COHN, dass es ihm gelang, den Kern der Embryonen nachzuweisen, ferner dass er das Vorkommen der geknöpft endigenden tentakelartigen Fortsätze, mittelst welcher die Embryonen sich an der Oberfläche des Mutterleibes anheften, bestimmter hervorhob. Die Entwickelung der Embryonen wird von STEIN in der nämlichen Weise geschildert, wie die der Schwärmsprösslinge der Acinetinen: es wird nämlich aus dem Kern eine Partie abgeschnürt, welche sich entweder unmittelbar zu einem einzigen, oder durch wiederholte Theilung zu mehreren Embryonen entwickelt.

Ueber die weitere Entwickelung der aus dem Mutterleib ausgetretenen Embryonen führten weder die Untersuchungen von COHN, noch die von STEIN zu bestimmten Ergebnissen; während aber COHN an Generationswechsel dachte, gab STEIN in seiner ersten Mittheilung über diesen Gegenstand[2] der Vermuthung Ausdruck, dass die Embryonen, nach Einziehen der tentakelartigen geknöpften Fortsätze, einen Mund erhalten und sich unmittelbar in Paramecien verwandeln.

Eine mit der obigen übereinstimmende Schilderung geben auch CLAPARÈDE und LACHMANN über die Embryonen von *Paramecium Bursaria* und *P. putrinum*;[3] genauere Untersuchungen über die Entwickelung der Embryonen führten bei Letzterem zu dem Ergebniss, dass sich die Embryonen bald frei in der Substanz des «*embryogenen*» Organs *(embryogène)*, d. i. des Kernes entwickeln, bald wieder aus abgeschnürten Kernpartieen, welche sich durch Theilung vermehren können.[4]

Ausser bei den Paramecien wurde die Bildung der Embryonen von CLAPARÈDE und LACHMANN auch bei *Epistylis plicatilis* und *Stentor polymorphus* beobachtet.

Bei Epistylis plicatilis[1] entwickeln sich die verhältnissmässig sehr kleinen (0,0131 mm.) Embryonen seltener einzeln, meist in der Zahl von vier bis fünf und noch mehr, entweder unmittelbar in dem aufgequollenen Kern, oder aber in einer oder mehreren hellen Kugeln, welche nach CLAPARÈDE und LACHMANN's Ansicht aus dem Kern aussprossen und sich dann abschnüren. Bei den Epistylen, welche Embryonen enthalten, treibt die Glocke an wechselnden Stellen eine, seltener zwei eigenthümliche zizenartige, an den Spitzen durchbrochene seitliche Sprossen, welche von CLAPARÈDE und LACHMANN mit frisch aufgebrochenen Furunkeln verglichen werden. Diese mit aufgeworfenen Rändern versehenen Oeffnungen sind die *Geburtsöffnungen*, durch welche die kleinen Embryonen den Mutterleib verlassen. Diese Embryonen sind von ovaler Gestalt, besitzen eine pulsirende Vacuole und in der Mitte oder nahe zum vorderen Ende einen Wimperkranz; sie stimmen mithin mit den peritrichen Schwärmern der Acinetinen vollkommen überein und bringen diese auch noch durch ihre ungestümen Bewegungen lebhaft in Erinnerung.

Das fernere Schicksal dieser Embryonen konnte zwar von CLAPARÈDE und LACHMANN nicht unmittelbar erforscht werden, doch bezweifeln die genannten Forscher nicht, dass sie sich, zur Ruhe gelangt, zu Epistylen entwickeln.

Die Embryonen von *Stentor polymorphus*, oder richtiger von *St. Roeselii* — da die Abbildungen sich ohne Zweifel auf letztere Art beziehen — werden in der bei *Epistylis plicatilis* geschilderten Weise gebildet:[2] vom Kern werden nämlich gedunsene Partieen abgeschnürt, in welchen sich dann ein, oder mehrere Embryonen entwickeln. Letztere sind von verhältnissmässig bedeutender Grösse (0,035, die einzeln sich entwickelnden bis 0,057 mm), von kugeliger oder ovaler Gestalt und haben ausser der ihre ganze Oberfläche bedeckenden Bewimperung an einer bestimmten Stelle auch stärkere Cilien, ferner eine kräftig pulsirende Vacuole und einen dunkleren kugelförmigen Kern. Die Geburt der Embryonen vermochten CLAPARÈDE und LACHMANN direct zwar nicht zu beobachten, doch fanden sie in Gesellschaft von Stentoren, welche Embryonen enthielten, auch

[1] Die Infus. 244.
[2] Op. cit. 245.
[3] Etudes, III. 193.
[4] Op. cit. 198.

[1] Etudes. III. 169, 181.
[2] Etudes. III. 188.

ganz kleine, noch mundlose, oder bereits mit Mund und Schlund versehene Individuen, von welchen sie vermuthen, dass sie sich aus den Embryonen entwickelten.

Viel wichtiger, als die Besprochenen, sind die von STEIN auf der im Jahre 1856 in Wien tagenden 32. Wanderversammlung deutscher Naturforscher mitgetheilten überraschenden Beobachtungsergebnisse, welche sich auf sehr eingehende Studien stützen und ausführlich im I. und II. Theil der grossen STEIN'schen Monographie dargestellt wurden. STEIN constatirte in diesen Werken die Entwickelung endogener Embryonen, oder zumindest der sogleich zu erörternden Keimkugeln bei ziemlich vielen und sehr verschiedenen Gruppen angehörigen Infusorien. Die von STEIN beobachteten Ciliaten, welche sich durch Embryonen fortpflanzen, sind die folgenden: *Prorodon niveus, Trachelius Ovum, Paramecium Aurelia, P. Bursaria, Blepharisma lateritia, Bursaria truncatella, Stentor polymorphus, St. coeruleus, St. Roeselii, Stylonychia Mytilus, St. pustulata, St. Histrio, Pleurotricha lanceolata, Urostyla grandis, Euplotes Patella, E. Charon, Vorticella microstoma, V. nebulifera, V. campanula, Zoothamnion Arbuscula, Epistylis plicatilis, E. Daphniarum* und *Trichodina Pediculus*. Diesen sind noch anzureihen: nach COHN [1] *Nassula elegans;* nach ENGELMANN [2] *Uroleptus agilis, Vorticella Convallaria, Carchesium polypinum, C. Aselli, Epistylis crassicollis* und *Didynium nasutum;* endlich nach HAECKEL [3] *Codonella campanella*. Zählt man zu Obigen noch *Balantidium Entozoon* und *Paramecium putrinum* hinzu — da bei letzterem, wie oben angeführt, bereits CLAPARÈDE und LACHMANN, bei ersterem aber v. SIEBOLD Embryonen beobachtet haben — so kann die Zahl jener Ciliaten, bei welchen Embryonen oder mindestens Keimkugeln — bei vielen blos diese — beobachtet wurden, insgesammt auf 33 gesetzt werden.* Wie immer ansehnlich auch diese Zahl auf den ersten Blick erscheinen mag, so muss sie doch für gering gehalten werden, wenn man den Umfang der von mehreren ausgezeichneten Forschern, in erster Reihe von STEIN, dann von ENGELMANN dem Studium der Fortpflanzung der Infusorien durch Embryonen gewidmeten gewissenhaften Forschungen vor Augen hält. An der mitgetheilten Liste muss ferner auffallen, dass bei zahlreichen sehr gemeinen und von mehreren ausgezeichneten Forschern wiederholt studirten Infusorien bisher noch keine Embryonen konnten beobachtet werden.

Nach den Untersuchungen von STEIN entwickeln sich die Embryonen, den Schwärmsprösslingen der Acinetinen gleich, in allen Fällen aus den Kernen; in dieser Hinsicht stimmt also STEIN in der Auffassung mit CLAPARÈDE und LACHMANN überein, und auch die Untersuchungen von ENGELMANN [1] scheinen ganz für die Richtigkeit dieser Auffassung zu sprechen.

Um von STEIN's Theorie von der Fortpflanzung der Ciliaten durch Embryonen ein vollständiges Bild zu liefern, muss ich gleich hier hervorheben — worauf ich weiter unten noch zurückkehren werde —, dass STEIN diese Embryonen für Producte einer geschlechtlichen Fortpflanzung hält.[2] Nach vorangegangener Conjugation, welche im ersten Theil der Monographie noch für eine Längstheilung gehalten wurde, sollen sich in den Nucleolen, welche demnach für männliche Geschlechtsdrüsen zu halten wären, Samenfäden entwickeln, welche in den Kern eindringen und diesen befruchten, worauf sich der Kern in mehrere eiartige Stücke theilt, welche von STEIN, da nicht sie befruchtet werden, nicht Eier sondern *Keimkugeln* genannt wurden.[3] In diesen Anfangs homogenen, hellen Keimkugeln entwickeln sich später ein scharf contourirter kugeliger Kern, und in der oberflächlichen Schicht ein oder zwei pulsirende Vacuolen; auf diesem Stadium der Entwickelung nennt nun STEIN diese Gebilde *Embryonalkugeln*.[4] Auch diese Embryonalkugeln verwandeln sich nicht unmittelbar in Embryonen, sondern produciren, mittelst einer zwischen Theilung und Knospenbildung gleichsam

[1] Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans Ehr. ZWZ. IX. (1857) 143.

[2] Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. 1861. — Ferner: Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 586.

[3] Ueber einige neue pelagische Infusorien. JZ. VII. (1873) 565.

* Die Ciliaten, bei welchen von BALBIANI und BÜTSCHLI die mit den Keimkugeln gleichwerthigen, aber ganz anders gedeuteten Gebilde beobachtet wurden, sind hier absichtlich ausser Acht gelassen.

[1] Zur Naturgesch. d. Infusionsthiere. ZWZ. XI. 1861.

[2] Vgl. Der Org. I. 96.; II. 40.; ferner: Ueber die Hauptergebnisse der neuern Infusorienforschungen. Wien. (1863) 22.

[3] Der Org. I. 97.

[4] Der Org. I. 99.

die Mitte einhaltenden Fortpflanzungsart, mehrere Generationen von Embryonen; es schnürt sich nämlich von den Embryonen eine, einem kleineren Kugelsegment entsprechende Partie ab, welche aus dem Kern der Embryonalkugel einen Sprössling aufnimmt, nach der vollständigen Abschnürung sich abrundet und in einen Embryo umwandelt. Wie man aus dieser Schilderung ersieht, entspricht diese Vermehrungsart vollkommen der zwischen Theilung und Knospenbildung die Mitte einhaltenden Fortpflanzung gewisser Acinetinen, z. B. der *Podophrya fixa.* Da bei dieser Fortpflanzung Kerne und Nucleolen der mütterlichen Individuen gänzlich verbraucht werden, in den Embryonen enthaltenden Infusorien aber häufig auch unversehrte Kerne und Nucleolen zu beobachten sind: sieht STEIN sich gezwungen, für letztere eine Neubildung vorauszusetzen.[1]

Einigermassen verschieden von Obigem ist der Entwickelungsgang der Embryonen der *Vorticellinen.* Bei diesen Infusorien — bei welchen STEIN keine Nucleolen unterscheidet — wird die Entwickelung der Embryonen durch die weiter unten noch zu erörternde knospenförmige Conjugation eingeleitet. Bei diesem Conjugationsprocess theilen sich die Kerne, sowohl der gestielten grossen, als die der auf diese sich aufpfropfenden und mit denselben verschmelzenden kleineren Individuen oder *Microgonidien* in mehrere kugelige Stücke, welche bei den Kolonieen nicht bildenden Vorticellinen lose Haufen vorstellen, und sich theilweise in *Keimkugeln* umwandeln, theilweise aber zu neuen Kernen verschmelzen. Dagegen verschmelzen bei den Kolonieen bildenden Vorticellinen, so wie auch bei *Trichodina Pediculus,* sämmtliche Kerntheile zu einer einzigen scheibenförmigen, von STEIN als *Placenta* bezeichneten Masse, in welcher einzelne Kugeln entstehen, welche aus dem Inneren der Placenta hervorgetreten sich in Keimkugeln umwandeln, während aus dem unverbrauchten Theil der Placenta der neue Kern hervorgeht.[2] Durch Bildung von Placenten sind ferner, nach STEIN, auch die *Oxytrichinen* und *Euplotinen* charakterisirt,[3] nur dass bei diesen die Placenta durch die Verschmelzung der Kernstücke eines einzigen Individuums zu Stande kommt.

Die Embryonen enthaltenden Infusorien bekommen an ihrer Körperoberfläche bald eine bald mehrere scharf umschriebene kreisförmige oder ovale Oeffnungen, welche sich nach Innen meist in mehrweniger lange Röhren fortsetzen; es sind das die bei *Paramecium Bursaria* bereits von COHN unterschiedenen *Geburtsöffnungen* und *Geburtswege.* Zahl und Stelle der Geburtsöffnungen ist verschieden; nur bei *Stylonychia Mytilus* ist die einzige Geburtsöffnung ganz constant unmittelbar hinter dem Peristom, links auf der Bauchseite gelegen.

Die Embryonen sämmtlicher Ciliaten sind sich darin vollkommen gleich, dass der aus hellem Protoplasma bestehende Leib einen meist kugeligen oder ovalen, selten, so namentlich bei *Bursaria truncatella* hufeisenförmigen Kern und ein bis zwei pulsirende Vacuolen enthält; hinsichtlich der übrigen Organisations-Verhältnisse, namentlich der Bewimperung, der An- oder Abwesenheit von Tentakeln bestehen Unterschiede und es lassen sich folgende drei Arten von Embryonen unterscheiden.

a) Acinetenförmige Embryonen. Ihr Leib ist cylindrisch, selten kugelig; ausser den Cilien sind sie — den Acinetinen gleich — mit kurzen geknöpften Tentakeln versehen.

Von diesen acinetenförmigen Embryonen lassen sich wieder zweierlei unterscheiden: entweder ist ihre ganze Oberfläche mit Cilien bedeckt und ihre Tentakeln sind zerstreut; oder es findet sich blos um ihre Mitte oder um die hintere Körperhälfte ein Kranz von nach hinten gerichteten und den hinteren Körpertheil bedeckenden langen, feinen Cilien, während der Vorderleib einen Kranz von Tentakeln trägt.

Zu den ersteren gehören die Embryonen der *Paramecien, Nassulen* und *Oxytrichinen,* zu den letzteren die von STEIN beobachteten Embryonen des *Stentor Roeselii,*[1] von welchen sich die des *St. coeruleus* durch den doppelten Cilienkranz unterscheiden.[2]

b) Peritriche Embryonen ohne Tentakeln. Sie stimmen mit den einen einzigen Cilienkranz tragenden Schwärmsprösslingen der Acinetinen vollkommen überein. Solche Embryonen sind für die *Vorticellinen* charakteristisch.

c) Holotriche Embryonen ohne Tentakeln. Ihr Leib ist oval oder verkehrt-eiförmig, und an der ganzen Oberfläche mit Cilien dicht bedeckt; an ihrem

[1] Der Org. I. 99.
[2] Der Org. II. 137.
[3] Der Org. II. 86.

[1] Der Org. II. 255.
[2] Der Org. II. 246.

vorderen Körperpol befindet sich ein kleiner, einer Saugscheibe ähnlicher Vorsprung; demzufolge sehen sie kleinen *Holophryen* oder den holotrichen Schwärm- oder Theilungssprösslingen der Acinetinen ganz ähnlich. Solche Embryonen wurden von STEIN blos bei *Bursaria truncatella* beobachtet;[1] ähnliche entdeckte HAECKEL bei *Codonella Campanella*.[2] Hieher gehören ferner die von BÜTSCHLI im Inneren des *Stentor coeruleus* beobachteten holotrichen Parasiten,[3] mit welchen die von CLAPARÈDE und LACHMANN im *Stentor Roeselii* beobachteten, bereits oben beschriebenen Embryonen eventuell identisch sind.

Wenn diese Embryonen in der That den Infusorien angehören, in welchen sie sich entwickeln: so wird zunächst jedenfalls die Frage zu entscheiden sein, auf welche Weise sie die mütterliche Organisation erlangen?

Auf diese Cardinalfrage kann nur so viel geantwortet werden, dass keine einzige Beobachtung dafür spricht, dass die angeblichen Embryonen selbst, oder deren Nachkommen, zu der für die Ciliaten, in welchen sie sich entwickelten, charakteristischen Form zurükkehren würden. STEIN war wohl, wie oben erwähnt wurde, nach seinen ersten Studien an *Paramecium Bursaria* geneigt, eine unmittelbare Metamorphose der acinetenförmigen Embryonen zu Paramecien anzunehmen; ja in den ersten Mittheilungen BALBIANI's über die sexuelle Fortpflanzung der Infusorien[4] ist die Metamorphose der Embryonen von *Paramecium Bursaria* sogar beschrieben, und die Entwickelung des embryonalen Mundes, sowie die allmälige Anfüllung des Leibes mit Pseudochlorophyll-Körperchen ausführlich behandelt; allein BALBIANI selbst hat bereits zwei Jahre darauf seine Beobachtungen für eine reine Täuschung, die Embryonen aber mit aller Bestimmtheit für eingedrungene *parasitische Acinetinen* erklärt,[5] wozu STEIN die gewiss berechtigte Bemerkung macht, dass es schwer zu begreifen sei, wie eine solche Täuschung entstehen konnte.[1]

Auch die von STEIN über die weitere Entwickelung der Embryonen angestellten Untersuchungen führten zu dem Ergebniss, dass weder die Embryonen selbst, noch deren Nachkommen zur mütterlichen Organisation zurückkehren. Seine Beobachtungen über das fernere Schicksal der acinetenförmigen Embryonen der *Paramecien* und *Oxytrichinen* fasst STEIN im Folgenden zusammen: «Ich habe öfters gesehen, dass sie sich mit ihren Tentakeln an vorüberschwimmende Infusorien festsaugten, und von denselben lange Zeit mit herumgeschleppt wurden, wobei sie ihrem Träger ohne Zweifel einen Theil des breiartigen Körperparenchyms entzogen; ich hatte ferner beobachtet, dass diese acinetenartigen Embryonen nach längerem Umherschweifen zur Ruhe gelangten, ihr Wimperkleid verloren und sich in einfache, mit sehr verkürzten, zerstreut stehenden Tentakeln besetzte Kugeln verwandelten, welche vollkommen einer jungen Acinete glichen und sich namentlich von den ungestielten Formen der *Podophrya fixa* durch keinerlei Merkmal unterscheiden liessen. Nach einiger Zeit theilten sich sogar diese ruhenden Kugeln genau auf dieselbe Weise, wie es die ungestielten Formen der *P. fixa* thun; es schnürt sich ein Segment ab und gestaltet sich wieder zu einem ovalen, bewimperten, dem ursprünglichen Embryo ähnlichen Sprössling, während der Rest der Kugel sich abrundete und in der Acinetenform fortexistirte.»[2]

ENGELMANN, welcher mit den Ergebnissen seiner umfassenden Forschungen mächtige Stützpunkte für die STEIN'sche Ansicht und zur Vertheidigung der Embryonen-Theorie gegen die BALBIANI'sche Parasiten-Theorie lieferte, hob gleichfalls die Uebereinstimmung zwischen den ungestielten Individuen der *Podophrya fixa* und den Embryonen von *Stylonychia Mytilus* hervor, und bestätigt die Richtigkeit der Beobachtung, dass die acinetenförmigen Embryonen, den Acineten gleich, andere Infusorien aussaugen.[3] Es findet sich ferner bei ENGELMANN eine, weder von STEIN, noch auch von ENGELMANN selbst später gewürdigte Beobachtung welche bei der Entscheidung über den Werth der Embryonen, meines Erachtens, von Bedeutung sein dürfte; diese Beobachtung be-

[1] Der Org. II. 306.
[2] Ueber einige pelagische Infusorien. JZ. VII. Bd. (1873) 563.
[3] Studien etc. 349.
[4] Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. 46. (1858) 628. — Ferner: Journal de la Physiologie. Avril (1858) 347.
[5] Note sur un cas de parasitisme improprement pris pour une mode de reproduction des Infusoires ciliés. CR. 51. (1860) 319. — Ferner: Recherches sur les phénomènes sexuelles des Infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie. Januar und Februar 1861. 122.

[1] Der Org. II. 43.
[2] Der Org. II. 138. — Ferner: I. 52, 104, 161.
[3] Zur Naturgesch. d. Inf. ZWZ. XI. (1861) Sep. 15.

zieht sich auf *Stylonychia Mytilus*, welche ausser den Embryonen sehr häufig auch die von WEISSE unter dem Namen *Orcula* beschriebenen [1] zierlichen, kurzgestielten und mit fünf ringförmigen Kämmen versehenen Cysten enthält, von welchen CIENKOWSKI nachwies, dass es nichts weiter, als Cysten der *Podophrya fixa* sind,[2] welche Beobachtung durch STEIN, der diese Cysten früher zur Acinetenform der *Vorticella microstoma* rechnete, endgiltig bestätigt wurde.[3]

Gestützt auf die angeführten Forschungsergebnisse hat STEIN, wie bereits erwähnt, seine in der ursprünglichen Form verworfene Acineten-Theorie dahin modificirt, dass die Acinetinen nichts weiter, als aus den acinetenförmigen Embryonen verschiedener Infusorien hervorgegangenen *Ammen* seien, von deren Schwärmsprösslingen er eine Metamorphose in Ciliaten, welche mit Mund versehen sind, voraussetzte. Nachdem sich diese Annahme — wie ich bereits erwähnte — bei näherer Untersuchung für unbegründet erwies, verwarf STEIN seine Jahre lang vertheidigte Lieblingstheorie endgiltig, und anerkannte selbst die Selbständigkeit der Acinetinen, welche mit den mit Mund versehenen Ciliaten in keinerlei genetischem Zusammenhang stehen. Es ist leicht einzusehen, dass STEIN mit der endgiltigen Verwerfung seiner Acinetentheorie gleichzeitig auch seiner Embryonen-Theorie die Grundlage entzog; denn wenn die Acinetinen in der That selbständige und mit den mit Mund versehenen Ciliaten in keinerlei genetischem Zusammenhang stehende Organismen sind, so können auch die nach den STEIN'schen Untersuchungen sich in Acinetinen verwandelnden, in dieser Form fortlebenden und sich vermehrenden Embryonen unmöglich denjenigen Infusorien angehören, in welchen sie sich entwickelten. Mit dem Verwerfen der Acineten-Theorie fiel demnach auch die Embryonen-Theorie von selbst in Trümmer, und wenn STEIN die letztere trotzdem aufrecht hält, so kann er sich lediglich darauf stützen, dass die Embryonen als Producte der geschlechtlichen Fortpflanzung der Ciliaten aufzufassen sind, welche sich aus einem zweifellos dem mütterlichen Ciliaten angehörigen Organ, aus dem mit dem Werth eines *Keimstocks* (STEIN, *embryogène* CLAPARÈDE und LACHMANN) versehenen Kern entwickelt haben.

Auch BALBIANI hielt — wie erwähnt — nach seinen ersten Untersuchungen die sich in *Paramecium Bursaria* entwickelnden acinetenförmigen Embryonen für echte Embryonen der Paramecien, erhielt aber im weiteren Verlauf seiner Forschungen die Gewissheit, dass die fraglichen Embryonen in die Paramecien von Aussen eingewandert, und mit den von CLAPARÈDE und LACHMANN unter dem Namen *Sphaerophrya pusilla* beschriebenen kleinen Acinetinen[1] identisch seien.* Die vollkommene Uebereinstimmung dieser Acinetinen mit den acinetinenförmigen Embryonen war bereits CLAPARÈDE und LACHMANM aufgefallen,[2] gleichzeitig aber auch der Umstand, dass dieselben sich an andere Ciliaten anheften und diese aussaugen. Zur Erklärung dieser Beobachtungen sind die Autoren der «Études» zur Annahme geneigt, dass die von ihnen unter dem Namen *Sphaerophrya pusilla* beschriebenen Acinetinen nichts weiter, als Embryonen der mit diesen zusammen lebenden Infusorien wären; darin, dass Embryonen die eigenen Eltern aussaugen, erblicken sie nichts Unmögliches.[3]

Ganz anders ist das Bild, welches die Untersuchungen von BALBIANI [4] liefern! Nach diesem Forscher saugen sich die Spaerophryen an fremde Ciliaten an und dringen in diese ein, wobei sie deren Cuticula, gleich einem umgestülpten Handschuhfinger, mit sich nach einwärts drängen und zu einem

[1] ENGELMANN, diss. cit 17.

[2] Bemerkungen über STEIN's Acineten-Lehre. Mélanges biologiques tirés du Bullet. de l'Acad. de St. Pétersbourg. II. (1855) 263—72. — Vgl. STEIN, Der Org. I. 48.

[3] Der Org., loc. cit.

[1] Etudes. II. 385.

* *Sphaerophrya pusilla* scheint nur durch ihre kleinere Gestalt von der ungestielten Form von *Podophrya fixa* verschieden («Les Sphærophrya sont des Podophryes libres et non pédicellées.» CLAP. et LACHM. Et. II. 385.), in welche auch STEIN die acinetenförmigen Embryonen übergehen sah. Diese zwei Gattungen wären unbedingt zu vereinigen, und es wäre, meines Erachtens, hierbei die Prioritätsfrage ganz ausser Acht zu lassen, und der Name Podophrya fixa — ein *lucus a non lucendo* — welcher auf diese, weder stets gestielte (also nicht *Podophrya!*), noch immer fixirte (also nicht *fixa!*) überaus gemeine Acinetine ganz und gar nicht passt, endgiltig fallen zu lassen und mit *Sphaerophrya libera* zu ersetzen, welcher Species-Name für die Bezeichnung der ungestielten Form von *Podophrya fixa* ohnedies schon in Gebrauch steht. Vorausgesetzt, dass — wie sehr wahrscheinlich — *Sphaerophrya pusilla* blos durch ihre kleinere Gestalt von *Sph. libera* verschieden ist, wären auch die letzteren zwei Arten zu vereinigen.

[2] Etudes. III. 106.

[3] Ibidem.

[4] Cfr. diss. cit.

Täschchen ausdehnen. Die auf diese Weise in die Wirthe eingedrungenen Sphaerophryen sind nichts anderes als die STEIN'schen Embryonalkugeln, welche sich auf die von STEIN genau studirte Weise fortpflanzen; die Theilungssprösslinge aber gelangen schliesslich durch den röhrenartigen Theil des eingestülpten Cuticular-Divertikels, den Geburtsgang und die Geburtsöffnung als «acinetenförmige Embryonen» ins Freie.

Als triftiges Argument für die Richtigkeit seiner Ansicht wird von BALBIANI die Beobachtung angeführt, dass die Ciliaten, welche die angeblichen Embryonen enthalten, mit diesen auch andere Ciliaten zu inficiren vermögen; er brachte zu einer grösseren Anzahl von *Paramecium Aurelia*, welche keine Embryonen enthielten, einige Exemplare mit Embryonen, und fand bereits nach vier Tagenn ahezu sämmtliche Paramecien mit Embryonen inficirt.[1]

Eine mit der BALBIANI'schen übereinstimmende Anschauung hat auch CARTER geäussert, ohne jedoch neuere Beweise Anzuführen.[2]

Im selben Sinn äusserte sich auch MECZNIKOW, der gleichfalls die *Sphaerophrya pusilla* in *Paramecium Aurelia* eindringen, hier sich vermehren, und deren Theilungssprösslinge als acinetenförmige Embryonen auswandern sah.[3]

Allen angeführten Beobachtungen gegenüber hat STEIN seine Embryonen-Theorie aufrechtgehalten und mit dem Vollgewicht seiner wissenschaftlichen Autorität vertheidigt,[4] obgleich dieselbe durch die beinahe gleichzeitig veröffentlichten neueren Untersuchungen von BÜTSCHLI[5] und von ENGELMANN[6] endgiltig widerlegt, die Richtigkeit der BALBIANIschen Anschauung aber erwiesen wurde. Dem Auftreten ENGELMANN's muss ein um so grösseres Gewicht beigemessen werden, da, wie oben erwähnt, gerade er es war, der auf Grund älterer Untersuchungen die STEIN'sche Lehre am entschiedensten unterstützte.

Von BÜTSCHLI wurde bei *Stylonychia Mytilus, Paramecium Bursaria* u. *P. Aurelia* auf Grund lückenloser Beobachtungsreihen und von Infectionsversuchen nachgewiesen, dass die angeblichen acinetenförmigen Embryonen in der That nichts weiter als parasitische *Sphaerophryen* sind; ferner wurde durch ihn hinsichtlich der Paramecien die Richtigkeit auch jener Behauptung von BALBIANI bestätigt, dass die Embryonalkugeln und Embryonen enthaltenden Schläuche der eingestülpten Cuticula des Wirthes entsprechen.[1]

Anderseits lieferte ENGELMANN, gleichfalls auf Grund lückenloser Beobachtungsreihen, den Nachweis, dass die der Tentakeln entbehrenden peritrichen Embryonen von *Vorticella microstoma* aus einer Vorticelle in die andere hinüberwandern, dass also die Embryonen-Epidemie, gleich einer contagiösen Krankheit, durch gegenseitige Ansteckung sich ausbreitet.[2]

Von STEIN wurde, wie wir bereits erwähnten, behauptet, dass sich die Embryonalkugeln aus den Kernen entwickeln; dem gegenüber bewies ENGELMANN durch Zusammenstellung der bisherigen Beobachtungen, dass die Fälle, in welchen neben den Embryonalkugeln unveränderte Kerne gefunden wurden, nicht nur relativ, sondern überhaupt sehr zahlreich sind; ferner, dass in allen den höchst zahlreichen Fällen, in welchen blos eine einzige Embryonalkugel vorhanden war, also in den mit grosser Wahrscheinlichkeit eher sehr frühen als sehr späten Zuständen, die Kerne ohne Ausnahme normal befunden wurden.[3]

Wir erwähnten ferner, dass STEIN eine Entwickelung der Embryonen aus den Stücken der während oder nach der Conjugation sich theilenden Kerne, d. i. aus den von ihm als Keimkugeln, von BALBIANI als Eier bezeichneten Gebilden annimmt. Dass dies nicht richtig ist, soll weiter unten eingehend besprochen werden.

Gegen die Embryonen-Theorie spricht ferner der Umstand, auf welchen BALBIANI bereits vor ENGELMANN, bei der Beschreibung von *Didinium nasutum*[4] aufmerksam machte, dass nämlich eine gleichzeitige Embryonenbildung und Theilung an denselben Infusorien bereits wiederhohlt beobachtet wurde; diese

[1] Note sur un cas de parasitisme etc. CR. T. 51. (1860) 319.

[2] Notes and Corrections on the Org. of Infusoria. Ann. and Mag. of. Nat. Hist. III. Ser. VIII. (1861) 288. Vgl. BÜTSCHLI, Studien etc. 345.

[3] Ueber die Gattung Sphærophrya. AAP. (1864) 258.

[4] Der Org. II. 50—55.

[5] Studien etc. 343.

[6] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 584.

[1] Op. cit. 354.

[2] Diss. cit. 593.

[3] Diss. cit. 588.

[4] Sur le Didinium nasutum, Stein. Archives de Zoologie expérimentale. II. No. 3. Juli 1873. 390.

Beobachtung machten CLAPARÈDE und LACHMANN an zwei Exemplaren von *Stentor Roesilii*,[1] STEIN zweimal an *Vorticella microstoma*,[2] ENGELMANN an derselben[3] und BALBIANI an *Didinium nasutum*.[4] Wenn man erwägt, dass ein gleichzeitiger Ablauf zweier verschiedener Fortpflanzungsarten bei anderen Organismen gänzlich unbekannt und kaum vorzustellen ist: so muss auch dieser eine Umstand für einen triftigen Grund gegen die Embryonen-Theorie gehalten werden.

Unter den, den Angeführten gegenüber von STEIN vorgebrachten Argumenten können blos drei in Erwägung gezogen werden: 1) die constante Stelle der Geburtsöffnung bei *Stylonychia Mytilus* unter dem linksseitigen Rand des Peristoms; 2) die Thatsache, dass die Embryonalkugeln nicht verdaut werden; 3) der auffallende Umstand, dass die, nach der Bewimperung zu schliessen, scheinbar verschiedenen Arten angehörigen parasitischen Sphaerophryen* gerade nur bestimmte Arten von Ciliaten befallen, während andere mit letzteren beisammen lebende und denselben häufig sehr nahe stehende Arten von ihrem Angriff verschont bleiben.

Für den ersten Punkt gibt ENGELMANN die folgende, eben so einfache als befriedigende Erklärung: «Sphaerophrya ist ein sehr kleines leichtes Wesen, das in der Regel nur passiv und zwar sehr leicht in Bewegung gebracht wird. Sobald eine Stylonychia in ihre Nähe kommt, wird der Strudel, den die äusserst kräftige adorale Spirale dieses Thieres producirt, die Sphaerophrya erfassen und nach dem Mund zu treiben. Wenn sie durch diesen nicht eindringt, wird sie sich im Peristomwinkel mit ihren Tentakeln festhalten und unter dem beständigen Druck des nach hinten gerichteten Wasserstroms ein wenig nach hinten rücken können, wo sie sich dann in den Körper einbohrt. Hier bleibt sie liegen. Die Eintrittsöffnung wird sich wieder schliessen können. Geschieht dies, so wird doch die Körperwand der Stylonychia an dieser Stelle voraussichtlich leichter verletzlich bleiben und somit von den aus dem Innern andrängenden «Embryonen» leichter als an anderen Stellen wieder durchbohrt werden. Uebrigens muss bemerkt werden, dass in einigen Fällen von BALBIANI und mir mehr als nur eine «Geburtsöffnung», und darunter eine oder mehrere an der Rückenfläche von Stylonychia gefunden wurden.»[1]

Was den zweiten Einwand, nämlich das Nichtverdautwerden der Embryonen durch ihre Wirthe betrifft, möge genügen blos darauf hinzuweisen, dass auch gewisse parasitische Insectenlarven und Würmer durch ihre Wirthe nicht verdaut werden, trotzdem sie sich in deren Magen aufhalten; es wäre ja wohl auch berechtigt zu fragen, warum z. B. die Gastruslarven durch das Pferd, die Physaloptera clausa durch den Igel oder das Distomum megastomum durch das Wiesel, und viele andere sich im Magen aufhaltende Parasiten durch die betreffenden Wirthe nicht verdaut werden? Ueberhaupt sieht man sich bei parasitischen Organismen so vielen anderen der Lösung harrenden biologischen Räthseln gegenüber,* dass obiger Einwand gegen die parasitische Natur gänzlich übergangen werden kann. Anderseits aber kann, wenigstens bei den *Paramecien*, das Nichtverdautwerden auf einen sehr einfachen Grund zurückgeführt werden, wenn man bedenkt, dass bei diesen die eingedrungenen Sphaerophryen, nach BALBIANI und BÜTSCHLI, von einem durch die Cuticula des Wirthes gebildeten Schlauch umschlossen sind, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Embryonalkugeln auch bei anderen Ciliaten von einer zu dem nicht verdauenden Ectoplasma des Wirthes gehörigen Schicht umhüllt werden.

Dem dritten Einwand endlich kann als Gegenfrage vorgehalten werden: warum denn gerade die parasitischen Sphaerophryen ihre Wirthe sich nicht auswählen sollten, wenn das auch andere Parasiten thun? Sie sollen es um so mehr, als nach ENGELMANN auch die frei lebenden Acinetinen in der Beute wählerisch sind. Anderseits könnte obiger Einwand auch gegen die Embryonen-Theorie zu Feld geführt werden, da es gar nicht einzusehen ist, warum

[1] Etudes. III. 190.

[2] Der Org. II. 118.

[3] Diss. cit. 596.

[4] Diss. cit. loc. cit.

* Für die kleinen, tentakellosen peritrichen «Embryonen» der Vorticellinen wurde von ENGELMANN der Gattungsname *Endosphaera* vorgeschlagen (Diss. cit. 601.).

[1] Diss. cit. 599.

* Beispielsweise, um nichts anderes vorzubringen: auf welche Weise athmen die im Pferdemagen lebenden Gastrus-Larven? Oder woran liegt es, dass die in der Harnblase der Tritonen schmarotzende *Trochadina Pediculus* durch den Harn nicht getödtet wird, während für die auf der Oberfläche derselben Tritonen lebenden, zur selben Art gehörigen Trichodinen schon ein Tropfen Harn ein tödtliches Gift abgibt?

manche der mit Mund versehenen Ciliaten ausser durch Theilung und äussere Knospenbildung auch durch innere Embryonen sich fortpflanzen, während sich in ihren nächsten Verwandten niemals Embryonen entwickeln? So sind die Embryonen z. B. bei *Stylonychia Mytilus* sehr häufig, während bei der eben so gemeinen *Stylonychia pustulata* und *S. Histrio* weder von STEIN, noch von anderen Forschern jemals beobachtet wurde, dass sich aus den durch Theilung der Kerne gebildeten Keimkugeln Embryonalkugeln entwickelt hätten.[1]

Alles zusammengefasst muss die Lehre von den Embryonen, in der von STEIN ausgeführten Form, für widerlegt angesehen werden; gegenüber der Lehre von der parasitischen Natur der Embryonen könnte nur noch an die eine Möglichkeit gedacht werden, dass die «Embryonen» sowohl Embryonen als auch Parasiten wären. «In der That ist es denkbar, sagt ENGELMANN, dass sie sich zunächst als Embryonen der Arten, in welchen sie wohnen, entwickeln, nach dem Verlassen des Mutterthieres aber in ein anderes Individuum derselben Art eindringen, um in diesem, das dann das Amt einer echten Amme erfüllen würde, weiter zu wachsen und auf ungeschlechtlichem Wege Junge zu produciren. Diese würden dann ihrerseits in neue Individuen einwandern, und nachdem sich dieser Process öfter wiederholt hätte, würde die letzte Generation zur Form des Mutterthieres zurückkehren.»[2]

Diese durch keinerlei bekannte Analogieen gestützte Ansicht erscheint schon a priori sehr unwahrscheinlich, und wird auch von ENGELMANN dafür gehalten, kann jedoch – in Erwägung dessen, dass die Möglichkeit irgend eines genetischen Zusammenhanges zwischen den mit Mund versehenen Ciliaten und den Acinetinen nicht ausgeschlossen ist — nicht für absolut unmöglich erklärt werden.

Ich muss an dieser Stelle noch der sogenannten *monadenförmigen Embryonen* mancher Ciliaten, ferner der *Embryonen* der *Dicyemiden* gedenken.

Die ersteren wurden, wie oben erwähnt, von STEIN an encystirten Individuen von *Vorticella microstoma* entdeckt;[3] ganz Uebereinstimmende sah CIENKOWSKI in gleichfalls encystirten Individuen von *Nassula ambigua*[1] und später abermals STEIN in den Cysten von *Stylonychia pustulata* sich entwickeln.[2]

Im Plasma dieser encystirten Ciliaten entstehen einige kugelige oder birnförmige Schläuche, welche mit einem an deren Oberfläche sprossenden, flaschenhalsförmigen Fortsatz die Infusoriencysten durchbrechen, um die in den Schläuchen entwickelten kleinen, nierenförmigen, mit Geisseln versehenen Schwärmer ins Freie gelangen zu lassen; letztere sind vor dem Auseinanderschwärmen, wie die Schwärmer gewisser Saprolegnien, von einer zarten gallertigen Blase umschlossen. Bereits im Jahre 1857 wurde von COHN auf die grosse Uebereinstimmung dieser Gebilde mit dem in Algenzellen schmarotzenden *Chytridium endogenum* aufmerksam gemacht,[3] und später schloss sich auch STEIN der gewiss richtigen Auffassung an, wonach die monadenförmigen Embryonen eigentlich Parasiten sind.[4]

Was endlich die in den Nieren (Venenanhängen) der Cephalopoden schmarotzenden *Dicyemiden* betrifft, so sind die im Inneren der letzteren sich entwickelnden Embryonen in der That solche; allein diese Organismen sind, wie die Untersuchungen von EDUARD VAN BENEDEN beweisen,[5] aus Zellen aufgebaut und haben demnach mit den *Opalinen*, welchen sie durch CLAPARÈDE und LACHMANN angereiht wurden,[6] und mit den Ciliaten überhaupt nichts gemein.

B) *Conjugation.*

Verlauf, Wesen und Bedeutung der Conjugation (Zygose) der Ciliaten.

Gleich am Anfang dieser Arbeit bot sich mir Gelegenheit zu erwähnen, dass bereits der Entdecker der unsichtbaren Welt, LEEUWENHOEK, paarweise vereinigte Infusorien beobachtete und von denselben vermuthete, dass sie sich zur Begattung (coitus) vereinigt haben; die nämliche Deutung erhielten die der Länge nach an einander geschmiegten Ciliaten

[1] Der Org. II. 86.
[2] Diss. cit. 602.
[3] Die Infus. 194. 203.

[1] Ueber Cystenbildung der Infusorien. ZWZ. VI. (1855) 303.
[2] Der Org. I. 165.
[3] Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans. ZWZ. IX. (1857) 145.
[4] Der Org. I. 105.
[5] Recherches sur les Dicyemides, survivants actuels d'un embranchement des Mésozoaires. Bullet. de l'Acad. royale de Belgique. 1876.
[6] Etudes. III. 201.

von JOBLOT, BAKER und GLEICHEN; dagegen meinten andere Forscher in diesen Paaren in Theilung begriffene Individuen erkennen zu dürfen.

Mit aller Entschiedenheit wurde endlich von O. FR. MÜLLER behauptet, dass bei *Paramecium Aurelia* ausser der Theilung auch eine wahrhaftige Begattung oder Copulation («vera copula») stattfindet.

EHRENBERG, DUJARDIN und deren Zeitgenossen erklärten diese älteren Angaben über Conjugation sämmtlich für falsch, und die Ansicht, dass sich die Ciliaten durch Quer- und Längstheilung fortpflanzen, und dass auch die in der Richtung der Längsachsen an einander geschmiegten Paare nicht in Conjugation, sondern in Theilung begriffen sind, hielt sich hartnäckig bis in die jüngste Zeit. Wohl entdeckte STEIN bereits im Jahre 1849 die Conjugation von *Podophrya fixa*,[1] und bewiesen CLAPARÈDE und LACHMANN das häufige Vorkommen der mit *Copulation* endigenden *Conjugation* bei *Podophrya Pyrum, P. quadripartita* und *Acineta mystacina*,[2] sowie bei *Vorticella microstoma, Carchesium polypinum* und *Epistylis brevipes*;[3] alldas blieb aber auf die Aenderung der Ansichten über die Längstheilung vorläufig ohne Einfluss.

BALBIANI gebührt das grosse Verdienst, nachgewiesen zu haben, dass der so lange Zeit hindurch allgemein für Längstheilung gedeutete Process eigentlich einer Conjugation entspricht, und dass der letzteren im Leben der Ciliaten eine Rolle von bisher nicht geahnter Wichtigkeit zukommt.[4]

STEIN, der eine Zeit lang noch zögerte, sich der BALBIANI'schen Auffassung anzuschliessen und im ersten Theil seiner Monographie diesen Process, der BALBIANI'schen Lehre gegenüber, noch als Längstheilung betrachtete,[5] änderte nach fortgesetzten Untersuchungen alsbald seine Ansicht,[6] und acceptirte die BALBIANI'sche Lehre — insofern diese den für eine Längstheilung gehaltenen Process als Conjugation deutet — entschieden. Weiter hinaus stimmt aber STEIN mit BALBIANI blos noch darin überein, dass mit der Conjugation auch nach ihm eine Art geschlechtlicher Fortpflanzung ihren Anfang nimmt, sowie dass auch er in den Kernen und Nucleolen weibliche und männliche Sexualdrüsen erblickt. Im Uebrigen, namentlich was die an den Kerngebilden der conjugirten Infusorien während und nach der Conjugation stattfindenden Veränderungen betrifft, geht die Auffassung beider Forscher weit auseinander, und STEIN weicht von BALBIANI auch bezüglich des wichtigsten Punktes, nämlich des Endergebnisses der durch die Conjugation eingeleiteten sexuellen Fortpflanzung wesentlich ab. Während nämlich nach BALBIANI die durch die in den Nucleolen gebildeten Samenfäden befruchteten Kernpartieen als *Eier* entleert werden: werden nach STEIN die Kerne selbst befruchtet, aus den Kernpartieen aber die bereits erwähnten *Keimkugeln* gebildet, welche, zu *Embryonalkugeln* geworden, durch Theilung die im vorigen Kapitel ausführlich behandelten *Embryonen* erzeugen.

In dem von CLAPAEÈDE im Jahre 1860 zum dritten Theil der «Études» geschriebenen Anhang[1] wird die Richtigkeit der BALBIANI'schen Entdeckung, dass die der Länge nachaneinander geschmiegten Ciliaten nicht in Theilung, sondern in Conjugation begriffen sind, gleichfalls bestätigt.

Durch die Untersuchungen anderer Forscher, in erster Reihe ENGELMANN'S,[2] KÖLLIKER'S[3] ferner BÜTSCHLI'S,[4] sowie durch die neueren Untersuchungen von ENGELMANN[5] wurde endlich die Existenz des Conjugationsprocesses bei den Infusorien über jeden Zweifel erhoben. Die hochwichtigen Untersuchungen der letztgenannten zwei Forscher ergaben ferner, dass die auch über den Kreis der Specialfor-

[1] Die Infus. 147.

[2] Etudes. III. 123—129.

[3] LACHMANN, Ueber die Organisation der Infusorien. AAP. (1856) 396. — Etudes. III. 229—233.

[4] Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. Tom 46. 628. — Recherches sur les organes générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR. T. 47. 383. — Ferner sein Hauptwerk: Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extr. du Journ. de la Physiologie. Nos Januar bis October 1861.

[5] Der Org. I. 99.

[6] Vgl. ENGELMANN, Zur Naturgesch. der Infusorien. ZWZ. XI. (1861) Separatabdr. 2. Anmerk. (a). — Ferner: STEIN, Ueber die Hauptergebnisse der neueren Infusorienforschungen. Wien (1863) 22. — Endlich: Der Org. II. 68.

[1] 264.

[2] Zur Naturgesch. d. Infus. ZWZ. XI. (1861) 347.

[3] Icones histiologicæ. I. Abth. (1864) 17.

[4] Einiges über Infusorien. AMA. IX. (1873) 657. — Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zellentheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426. — Ferner: Studien über etc. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch. X. (1876) 262—452.

[5] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I (1876) 582—634.

scher hinaus mit mehr als alltäglicher Sensation aufgenommene Entdeckung, dass bei den Infusorien ausser der ungeschlechtlichen Fortpflanzung auch noch eine mit der Conjugation, also einer Art Begattung beginnende wahre geschlechtliche Fortpflanzung existirt, bei welcher Hoden und Ovarien, Samenfäden und Eier resp. Embryonen eine Rolle spielen: auf einer irrthümlichen Auslegung richtiger, zum Theil sogar sehr genauer Beobachtungen beruht, — wozu es natürlich einer Controle der bahnbrechenden Forschungen durch neuere, ohne alle Voreingenommenheit ausgeführte Untersuchungen und einer Beleuchtung derselben von verschiedenen Seiten bedurfte.

Die Conjugation der Infusorien ist auch heutiges Tages noch nicht in allen Details hinlänglich befriedigend bekannt; so viel ist aber gewiss, dass dieselbe weder zu der von Balbiani, noch auch zu der von Stein entwickelten geschlechtlichen Fortpflanzung, nämlich zur Entwickelung von Eiern und Embryonen führt.

Im Interesse einer leichteren Uebersicht scheint mir das Eintheilen des Gegenstandes in mehrere Abschnitte geboten.

Arten der Conjugation, äusserliche Veränderungen der conjugirten Paare, Dauer der Conjugation.

In der Regel erfolgt die Conjugation zwischen zwei Individuen; nur selten werden drei Individuen in Conjugation angetroffen. Eine für longitudinale Dreitheilung gedeutete Conjugation dreier Individuen des *Paramecium Bursaria* wurde von Cohn,[1] sowie von Engelmann,[2] drei und mehr conjugirte Individuen der *Vorticella microstoma* wurden von Claparède und Lachmann,[3] endlich zu dreien conjugirte Individuen des *Paramecium Aurelia* und der *Amphilepten* von Stein [4] erwähnt.

Für die Art der Conjugation und die gegenseitige Lage der conjugirten Paare ist die Lage des Mundes und die Beschaffenheit seiner Umgebung von grösstem Einfluss.[5] Unter den mundlosen Ciliaten ist die Conjugation nach den Untersuchungen von Stein, sowie von Claparède und Lachmann blos bei einigen Acinetinen *(Podophrya fixa, P. Pyrum, P. Quadripartita, Acineta mystacina, A. Lemnarum, A. Phryganearum)* bekannt, bei welchen — in Uebereinstimmung damit, dass sie keinen Mund haben — die Conjugation an jeder beliebigen Stelle der Körperoberfläche stattfinden kann: entweder schmiegen sich die Paare in seitlicher Lage mit parallelen oder einander unter einem spitzigen Winkel kreuzenden Längsachsen an einander, oder die Conjugation erfolgt mit dem Scheitelpol.

Bei den mit Mund versehenen Infusorien unterscheidet Stein drei Conjugationsarten, nämlich: die *terminale, ventrale* und *laterale* Conjugation.[1]

Die terminale Conjugation ist für alle Infusorien mit terminalem Mund charakteristisch; hierher gehören z. B. die Gattungen *Didinium, Mesodinium, Enchelys, Enchelyodon, Phialina, Lacrymaria, Holophrya* und *Coleps.* Diese Infusorien saugen sich gleichsam Mund an Mund an, und sind in Folge dessen während der Conjugation unfähig, Nahrung aufzunehmen; dabei steht der Körperinhalt beider Individuen in freier Communication. Da die in dieser Weise conjugirten Individuen in der Regel in einer geraden Linie hinter einander gelegen sind, so kann die *Syzygie** auf den ersten Blick leicht mit einem vorgerückten Stadium der Quertheilung verwechselt werden.

Bei den Ciliaten mit seitlichem Mund erfolgt die Conjugation entweder ventral oder lateral; jedoch ist zu bemerken, dass die Conjugationsart selbst bei sehr nahe verwandten Ciliaten, z. B. *Euplotinen* und *Oxytrichinen* wesentlich verschieden sein kann; ja selbst bei der nämlichen Art ist die Syzygie nicht immer dieselbe.

Bei der ventralen Conjugation schmiegen sich die Paare mit der Ventralseite an einander, sind aber in einem späteren Stadium der Conjugation nicht der ganzen Länge nach dicht an einander gelagert, sondern blos mit den vorderen Körperenden, während die hinteren frei bleiben und mehr-weniger abstehen. Auch die Verwachsung ist auf die unmittelbar sich berührenden äusseren Theile des Peristoms beschränkt, wodurch ein zum Mund führender enger Spalt frei bleibt. Diese Syzygie kommt bei *Styloplotes* und bei den

[1] Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Inf. ZWZ. III. (1851) 271.
[2] Zur Naturgesch. ZWZ. XI. (1861) Sep. p. 2.
[3] Etudes. III. 230.
[4] Der Org. II. 76.
[5] Stein, Der Org. II. 67.

[1] Der Org. II. 68.
* Mit *Syzygie* wollen wir die conjugirten Paare bezeichnen, ohne Rücksicht darauf, ob sie sich später wieder trennen, oder gänzlich verschmelzen.

Paramecien vor. Bei den mit gut entwickeltem Peristom versehenen *Heterotrichen* erfolgt die Conjugation mit den Peristomfeldern, welche in verschiedener Ausdehnung verschmelzen, während die frei bleibenden Körpertheile beider Individuen mehr-weniger abstehen. Die *Euplotinen* schieben sich blos mit einer kleinen Fläche des vorderen linken Randes ihrer Ventralseite auf einander, auf welche sich auch die Verwachsung beschränkt, während ihre übrigen Körpertheile ganz frei bleiben. Auch zahlreiche peristomlose Holotrichen conjugiren sich blos mit einem kleinen seitlichen Theil ihrer Ventralseite. Die Gattungen *Amphileptus* und *Trachelius* conjugiren sich mit der ganzen Ventralfläche ihres rüsselförmig gestreckten vorderen Körpertheiles.

Bei der lateralen Conjugation legen sich die Paare einfach neben einander und conjugiren sich mit den sich berührenden, infolge der Lage selbstverständlich heterogenen (rechts- und linksseitigen) Rändern der vorderen Körperenden. Dabei geschieht es häufig, dass das eine Individuum mit seinem vorderen Körperrand unter das andere gleitet, und dass sich das eine Individuum mit dem rechten Rand seiner Dorsalseite, das andere aber mit dem linken Rand seiner Ventralseite mit seinem Paare verbindet. Nach erfolgter Conjugation kann dann das eine Individuum mehr-weniger unter das andere gleiten, so dass das mit dem Bauchrand Conjugirte gleichsam auf dem mit dem Rückenrand Conjugirten reitet; oder die zwei Individuen können nachträglich auch die Ventralfläche einander zukehren, indem dieselben sich in der Richtung der Längsachse einander zuwenden, wo dann die Syzygie leicht für eine ventrale könnte gehalten werden. Diese Art Syzygie ist für Infusorien mit abgeplattetem Leib, namentlich für die *Chlamydodonten*, die Gattung *Litonatus*, die *Aspidiscinen* und *Oxytrichinen* charakteristisch.

Bei den *Vorticellinen* sind zwei verschiedene Arten von Conjugation, nämlich eine ventrale — richtiger laterale — und eine knospenförmige bekannt.

Die erstere Conjugationsart wurde von CLAPARÈDE und LACHMANN [1] bei *Vorticella microstoma, Carchesium polypinum* und *Epistylis crassicolis* entdeckt, und deren Vorkommen von STEIN [2] für *Vorticella microstoma* und *V. Campanula*, von BÜTSCHLI [3] aber für *V. nebulifera* bestätigt. CLAPARÈDE und LACHMANN haben diese Conjugationsart nur bei gestielten Vorticellinen beobachtet, bei welchen sich zwei, bei *V. microstoma* zuweilen drei Individuen mit den Seitenflächen conjugiren, worauf die Individuen der Syzygie, von den citirten Autoren *Zygozoïten* genannt, hintere Cilienkränze erhalten, sich von ihren Stielen loslösen und frei herumschwärmen; später verschmelzen sie zu einem einzigen grossen Individuum, welches sich schliesslich wieder niederlässt. Den nämlichen, mit einer vollständigen Copulation endigenden Conjugationsprocess hat STEIN blos an den mit hinteren Cilienkränzen frei schwärmenden Individuen von *Vorticella Campanula* beobachtet.

Viel häufiger wird bei den Vorticellinen die von STEIN entdeckte und als *knospenförmige Conjugation* [1] bezeichnete Conjugationsart beobachtet. Die nähere Kenntniss dieser Conjugationsart haben wir, ausser STEIN, der dieselbe bei überaus zahlreichen Vorticellinen beobachtete, den Untersuchungen von GREEFF,[2] EVERTS,[3] BALBIANI,[4] BÜTSCHLI [5] und ENGELMANN [6] zu verdanken.

Bereits bei der Besprechung der Fortpflanzung der Ciliaten durch Knospenbildung that ich der wichtigen Entdeckung von STEIN Erwähnung, wonach die am Basaltheil oder an der Seite des Leibes der Vorticellinen sehr häufigen kleinen knospenartigen Individuen, welche seit SPALLANZANI für echte Sprösslinge angesehen wurden, sich eigentlich in Conjugation mit den grösseren Individuen befinden. Bei dieser Art der Conjugation sucht ein, mittelst des hinteren Cilienkranzes frei schwärmendes kleineres Individuum (*Kleinsprössling, Mikrogonidie* STEIN)[7] das auf dem Stiel sitzende grössere Individuum (*Makrogonidie*)[8] auf, um sich mit seinem den Wimperkranz tragenden Körperpol auf letzteres seitlich, meist in der mittleren Körpergegend oder unterhalb, selten oberhalb dieser gleichsam aufzupfropfen und schliesslich mit demselben zu verschmelzen, richtiger in die Makrogonidie

[1] LACHMANN, Ueber die Organisation etc. AAP. (1856) 396. — Etudes. III. 229—233.
[2] Der Org. II. 73. 112.
[3] Studien. 451.

[1] Der Org. II. 73.
[2] Untersuch. üb. die Naturgesch. d. Vorticellen. AN. 37. Jahrg. I. (1871) 206.
[3] Untersuch. an Vort. nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873) 608.
[4] Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. RC. Tome 81. (1875) 676.
[5] Studien. 338. 445.
[6] Ueber Entwickelung etc. MJ. I. (1876) 621.
[7] Der Org. II. 137.
[8] ENGELMANN, diss. cit. 632.

einzuschmelzen. Da von den Veränderungen, welche an den Kerngebilden der in knospenförmiger Conjugation befindlichen Individuen vor sich gehen, weiter unten die Rede sein soll, so will ich hier blos soviel erwähnen, dass die Mikrogonidien entweder ganz in die Makrogonidien aufgehen, oder dass deren leere, geschrumpfte, runzlige oder mit stachelartigen Auswüchsen besetzte Cuticula zurückbleibt und schliesslich abgeworfen wird.

Bei der knospenförmigen Conjugation ist es Regel, dass sich blos eine Mikrogonidie auf die Makrogonidie aufpfropft; blos bei *Opercularia articulata* erwähnt Stein zwei bis sechs aufgepfropfte Mikrogonidien, welche auf der Oberfläche der am Stiel sitzenden Opercularie ganz unregelmässig zerstreut waren.[1] Ich selbst habe bei *Epistylis branchiophila* nicht selten zwei aufgepfropfte Mikrogonidien beobachtet, die eine in der mittleren Leibesgegend, die andere am Glockensaum oder unmittelbar unterhalb dieses.

Wie es aus den Untersuchungen von Stein, Greeff und Engelmann bekannt ist, werden bei den Kolonieen bildenden Vorticellinen, namentlich bei den Gattungen *Zoothamnion, Carchesium* und *Epistylis*, die Mikrogonidien von besonderen Individuen geliefert, welche sich durch rasch wiederholte Theilung in zierliche, aus vier bis acht kleinen Individuen bestehende Rosetten verwandeln; diese kleinen Sprösslinge erhalten hintere Cilienkränze und schwärmen nach dem Zerfall der Rosetten auseinander.

Bei *Epistylis plicatilis* machte Engelmann die interessante Beobachtung,[2] dass die Mikrogonidienbildung nicht gleichzeitig an allen Zweigen eines Bäumchens vor sich geht, sondern stets auf einer Seite beginnt und sich von hier aus nur allmälig auf die übrigen Theile verbreitet. Dem entsprechend werden dann auch die im Verlauf der knospenförmigen Conjugation auftretenden übrigen Veränderungen auf verschiedenen Zweiggebieten eines Bäumchens, zu verschiedenen Zeiten stattfinden. — Die constant aus vier Mikrogonidien bestehenden Rosetten sitzen stets um eine oder mehrere Körperlängen tiefer, also auf kürzeren Zweigen, als die Makrogonidien. Die auf einem Bäumchen nacheinander gebildeten Mikrogonidien erreichen insgesammt oder übertreffen sogar die Anzahl der Makrogonidien desselben Bäumchens. Die nicht länger als etwa 1/4 bis 1/2 Stunde schwärmenden Mikrogonidien schienen sich blos an solchen Makrogonidien festzusetzen, unterhalb welchen sich auf tiefer gelegenen Zweigen andere Mikrogonidien bereits gebildet haben, oder in Bildung begriffen waren, während alle anderen Individuen auf dem nämlichen oder auf anderen Bäumchen, welche noch keine Rosetten gebildet hatten, verschmäht blieben.

An den Bäumchen der Gattung *Opercularia* verläuft die Mikrogonidienbildung — soweit diese aus den Untersuchungen von Stein über *Opercularia infusionum* bekannt ist[1] — in einer, von den Gattungen *Zoothamnion*, *Carchesium* und *Epistylis* verschiedenen Weise. Unter den sehr dünngestielten und blos aus wenigen Individuen bestehenden Stöcken von *Opercularia infusionum* fand Stein wiederholt Exemplare, deren Stiel sich an der Spitze in zwei kurze, stark divergirende Gabeläste theilte, wovon der eine ein gewöhnliches ausgestrecktes Individuum von normaler Grösse trug, während der andere entweder mit einem sehr verkürzten, in der Längstheilung begriffenen Individuum, oder mit zwei freien ausgestreckten Theilungssprösslingen endigte, die noch nicht halb so gross waren, als ihr gleichartiger Gefährte. Er fand ferner Stöcke mit bereits nochmals getheilten kleinen Theilungssprösslingen, so dass der ganze Stock nun aus einem einzigen grossen Individuum und aus vier äusserst kleinen, auf besonderen Stielen sitzenden Individuen bestand; letztere waren bereits mit einem hinteren Wimperkranze versehen und entsprechen zweifelsohne zur knospenförmigen Conjugation bestimmten Mikrogonidien.

Auch bei der Gattung *Vorticella* kommt keine Rosettenbildung vor, sondern die Mikrogonidien entsprechen offenbar jenen kleineren Individuen, welche sich, wie bei der *Opercularia*, durch rasch wiederholte Theilung gewisser Individuen — wodurch die Nachkommenschaft successive an Grösse abnimmt — entwickeln; ich fand wenigstens bei *Vorticella microstoma* und *V. nebulifera* während der Dauer der knospenförmigen Conjugation stets auch viel kleinere Individuen, als die Normalen, deren Theilungssprösslinge ohne Zweifel Mikrogonidien lieferten.

Engelmann hat ferner, wie bereits oben erwähnt

[1] Der Org. II. 126.

[2] Ueber Entwickelung etc. MJ. I. (1876) 625.

[1] Der Org. II. 126.

wurde, bei *Vorticella microstoma* eine wahre Knospenbildung, sowie die Bestimmung der durch Knospung zu Stande gekommenen kleineren Individuen als zur knospenförmigen Conjugation dienender Mikrogonidien auch unmittelbar beobachtet.[1] — Dass aber dies bei den Vorticellen nicht der einzige Weg zur Mikrogonidienbildung sein kann, dass vielmehr jetztere sich auch durch einfache Theilung entwickeln, dafür spricht das, auch nach ENGELMANN seltene Vorkommen der Knospenbildung bei diesen Ciliaten.

Nach alldem, was über die Mikrogonidien der Vorticellinen bekannt ist, erleidet es kaum einen Zweifel, dass die kleinen Theilungssprösslinge auch der *Vaginicolen*, *Cothurnien* und *Lagenophryen*, deren wir bereits oben gedachten, ebenfalls zur knospenförmigen Conjugation bestimmt sind, und in der That ist es STEIN bei *Vaginicola crystallina* und *Lagenophrys Ampulla* gelungen, die knospenförmige Conjugation auch zu beobachten.[2]

Hinsichtlich des Zusammenhanges der conjugirten Paare ist BALBIANI — der bei den Ciliaten eigene Geschlechtsöffnungen, bei *Paramecium Aurelia* sogar auch Geschlechtsgänge unterscheidet, welche sich vor dem Mund in einer gemeinsamen Oeffnung vereinigen sollen[3] — der Meinung, dass die Paare blos durch die Exsudation irgend einer glutinösen Substanz gleichsam aneinander geleimt werden.[4] — Allein die von BALBIANI beschriebenen Geschlechtsöffnungen und Gänge sind — wie von STEIN nachgewiesen wurde[5] — gewiss nicht vorhanden, und alle übrigen Forscher stimmen darin überein, dass die Ciliaten während der Syzygie in verschiedener Ausdehnung unmittelbar verwachsen, und dass mithin eine unmittelbare innige Communication zwischen beiden Individuen besteht. Bei der ventralen und lateralen Conjugation wird die Rindenschichte der Paare auf dem Conjugationsgebiet resorbirt; bei den mit dem Mundende conjugirten Infusorien steht das Leibesinnere auch ohne alle Resorption in unmittelbarer Communication.

Bei mehreren Ciliaten, so namentlich bei den *Euplotinen* und *Oxytrichinen* wurde von ENGELMANN[1] und STEIN[2] während der Conjugation eine Rück- und Neubildung des Peristoms, ferner eine theilweise oder gänzliche Erneuerung des Wimpersystems beobachtet; ja, der Erneuerungsprocess kann sich so weit steigern, dass sich innerhalb der Syzygie zwei ganz neue junge Individuen von gedrungenerer Form anlegen. Nach BÜTSCHLI erfolgt an den Syzygien von *Colpidium Colpoda* und *Bursaria truncatella* eine vollständige Rückbildung des Peristoms, ja sogar des Mundes,[3] welche nach beendigter Conjugation ohne Zweifel neu gebildet werden. — Diese Erneuerung des Wimpersystems und des Peristoms beschränkt sich höchst wahrscheinlich nicht auf die erwähnten Infusorien, nur ist sie nicht bei Allen so auffallend, wie bei den Angeführten.

Bei einem Theil der Ciliaten findet die Conjugation mit einem vollständigen Verschmelzen *(Copulation)* ihren Abschluss; bei diesen wird nun aus den Leibern zweier Individuen ein neues Individuum aufgebaut. Eine Copulation ist nach den Untersuchungen von CLAPARÈDE und LACHMANN,[4] sowie von STEIN[5] bei den *Acinetinen* bekannt; ferner führt bei den *Vorticellinen* sowohl die laterale, als auch die knospenförmige Conjugation zur vollständigen Copulation, und so soll schon hier erwähnt werden, dass nach CLAPARÈDE und LACHMANN, sowie auch nach STEIN auch die Kerne der copulirten Acinetinen verschmelzen; dasselbe behauptet BÜTSCHLI vom Kern der lateral conjugirten *Vorticella nebulifera*.[6] Ausserdem wurde eine vollständige Copulation auch noch bei einigen jener Ciliaten beobachtet, welche sich in der Regel blos nur zeitweilig conjugiren; so namentlich von ENGELMANN bei *Stylonychia Mytilus*, *St. pustulata* und *St. Histrio*,[7] und von STEIN ebenfalls bei *Stylonychia Mytilus*.[8] Bei dieser vollständigen Copulation pflegen, wie bei den Acinetinen und Vorticellinen, auch die Kerne zu verschmelzen und aus den zwei Individuen entsteht ein ganz neues, welches, nach ENGELMANN, 6 bis 10 Stunden nach vollendeter Copulation anfängt sich durch Quertheilung fortzupflanzen. Fernere Unter-

[1] Ueber Entwickelung. MJ. I. (1876) 582.
[2] Der Org. II. 128.
[3] Recherches, 61.
[4] Recherches, 60.
[5] Der Org. II. 74.

[1] Zur Naturg. ZWZ. XI. (1861) 5.
[2] Der Org. II. 70.
[3] Studien. 313. 321.
[4] Études. III. 123—129.
[5] Der Org. II. 60.
[6] Studien. 451.
[7] Zur Naturgesch. ZWZ. XI. (1861) Sep. p. 8, 20.
[8] Der Org. II. 70.

suchungen sind berufen zu entscheiden, ob eine Copulation auch bei anderen Infusorien vorkommt, bei welchen bisher blos eine Conjugation beobachtet wurde, was a priori nicht unwahrscheinlich dünkt.

Die Conjugation der Infusorien dauert nach Balbiani zwischen 24 Stunden und 5 bis 6 Tagen,[1] woran Stein die Bemerkung knüpft, dass er die Verantwortlichkeit für diese Behauptung ganz Balbiani überlasse, da er keinerlei Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Conjugationsdauer aufzufinden vermochte;[2] hingegen vermochte auch Bütschli an sorgfältig isolirten Paaren die Dauer der Conjugation zu beobachten,[3] jedoch fand er selbst bei den Paramecien eine kürzere Dauer wie Balbiani, der sie mit 5 bis 6 Tagen angibt, während sich nach Bütschli die conjugirten Paare schon nach 24—48 Stunden trennen.[4]

Wenn die conjugirten Paare blos in geringem Umfang verwachsen waren, so erfolgt die Trennung auf sehr einfache Weise, nach Stein,[5] ganz nach dem bei der Zweitheilung befolgten Gang. Ist aber das in die Verwachsung einbezogene Gebiet grösser; wurden, wie z. B. bei den *Oxytrichinen* ganze Körpertheile unterdrückt: so wird auch die Trennung complicirt sein, und es gelangen in diesem Fall, wie bereits erwähnt, im Rahmen der Syzygie zwei kleinere Individuen zur Entwickelung, deren Organisation sich aus der Körpersubstanz der conjugirten Individuen ganz aufs Neue aufbaut.

Innere Veränderungen der Ciliaten während und nach der Conjugation.

Bevor noch die sensationelle Lehre von Balbiani von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Ciliaten veröffentlicht wurde, erregten die von Johannes Müller und seinen Schülern, Claparède und Lachmann sowie die von Lieberkühn beinahe gleichzeitig, aber von einander unabhängig gemachten Beobachtungen, welche vermuthen liessen, dass in den Ciliaten zu gewissen Zeiten Samenfäden entstehen, ein allgemeines Interesse.[6] Ueber diese, theils von ihm selbst, theils von seinen Schülern gemachte Entdeckung berichtete Johannes Müller am 10. Juli 1856 an die Berliner Akademie.[1] Er selbst fand bei *Paramecium Aurelia,* Claparède und Lachmann aber bei *Chilodon Cucullulus* die bedeutend vergrösserten Kerne von theils geraden, spitz zulaufenden Stäbchen, theils von einem Bausch lockig gekräuselter Fäden erfüllt; einen ähnlichen gewellten Fadenknäul beobachtete Lieberkühn im Nucleolus eines mit *Kolpoda Ren* nahe verwandten Ciliaten.

Im Frühjahr 1857 wurde von Claparède und Lachmann zur Ergänzung ihres, um den grossen Preis der Pariser Akademie concurrirenden und vor zwei Jahren eingereichten grossen Werkes ein mit Abbildungen versehener Anhang eingesendet,[2] in welchem die nicht nur im Kern, sondern auch im Nucleolus von *Paramecium Aurelia* beobachteten unbeweglichen Stäbchen, sowie die bei *Stentor polymorphus* in einer besonderen Höhlung enthaltenen zarten, gewellten und lebhaft bewegten Fadenknäuel beschrieben wurden.

Wohl sprach sich Johannes Müller über alle diese Beobachtungen mit der an ihm bekannten Vorsicht und Zurückhaltung aus; allein es ist — wie Stein bemerkt[3] — aus der ganzen Darstellung die denselben beigemessene hohe Bedeutung, sowie die Vermuthung zu erkennen, dass man es in den im Kern und Nucleolus beobachteten Gebilden mit Spermatozoiden der betreffenden Ciliaten zu thun hat.

Ob nun die fraglichen Gebilde wirklich Spermatozoiden waren oder nicht, das ist — wie Stein fortfährt — ganz gleichgiltig; so viel ist gewiss, dass sie in Deutschland dafür gehalten wurden und dass die competenten Kreise nicht weiter an der Existenz einer geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien zweifelten. Schon auf der im September 1856 zu Wien abgehaltenen Versammlung deutscher Naturforscher war die erst vor Kurzem veröffentlichte Entdeckung der Berliner Forscher Gegenstand lebhafter Discussionen und wurde durchaus in obigem Sinne ausgelegt. Dass in den Beobachtungen von Johannes Müller und seinen Schülern auch Andere die Entdeckung der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien begrüssten, geht aus dem im Jahre 1857

[1] Récherches 65.
[2] Der Org. II. 77.
[3] Studien. 273.
[4] Studien. 290.
[5] Der Org. 77.
[6] Vgl. Clap. et Lachm. Études. III. 258. — Stein, Der Org. I. 52, 96.

[1] Monatsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin. (10. Juli 1856) 390. Vgl. Balbiani, Recherches 10.
[2] Ét. III. 258.
[3] Der Org. II. 41.

erschienenen Handbuch der Histologie von Leydig[1] klar hervor; es findet sich hier nämlich des Hinweis auf die Möglichkeit, dass die Entdeckung der stäbchen- und fadenförmigen Körperchen eventuell der Ehrenberg'schen Auffassung von den Kernen der Infusorien als Hoden, zur Stütze dienen könne.

Nach diesen Antecedentien konnte die Fachkreise die Balbiani'sche Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien nicht ganz unerwartet treffen. Zuerst wurde diese Lehre im Jahre 1858 der Pariser Akademie mitgetheilt[2] und, nach Veröffentlichung der Arbeit über das Verhalten der Geschlechtsorgane der Infusorien während der Theilung,[3] in einer ausführlichen Abhandlung dargelegt,[4] welcher der Verfasser in gehobener Stimmung die klangvollen Worte Ovid's voranschrieb: «*Et nunc historia est, quod ratio ante fuit.*»

Balbiani selbst fasste die Ergebnisse seiner Untersuchungen in folgende zwölf Punkte zusammen:[5]

1. Die Infusorien sind von den die Fortpflanzung der organischen Wesen regelnden Gesetzen nicht ausgenommen.

2. Diese Thierchen sind echte Hermaphroditen, doch sind zur Befruchtung stets zwei Individuen nöthig, welche gleichzeitig und gegenseitig als Männchen und Weibchen fungiren.

3. Begattungsorgane welchimmer Art sind nicht vorhanden; bei der Begattung werden die Bauchflächen in der præoralen Gegend, wo bei mehreren die äussere Sexualöffnung zu erkennen ist, an einander geschmiegt.

4. Dem Begattungsact entspricht der allgemein als Längstheilung aufgefasste Vorgang (einzige Ausnahmen sind diesbezüglich die *Vorticellinen*).

5. Fortpflanzungsorgane sind die unter der Benennung *Nucleus* und *Nucleolus* bekannten Körper; ersterer repräsentirt das weibliche, letzterer das männliche Geschlechtsorgan.

6. Jedes dieser Organe tritt in der Form einer einfachen Zelle auf (männliches und weibliches Primitivei), welche sich vergrössert und durch wiederholte Quertheilung andere ähnliche Organe oder Zellen producirt, welche zu *Eiern* werden oder aber *Spermatozoiden* entwickeln.

7. Die primären Geschlechtsorgane zeigen in ihrer Entwickelung eine vollständige Analogie.

8. Das Ei hat im Grund die auch bei anderen Thieren vorkommende Zusammensetzung; die Spermatozoiden sind fadenförmig, unbeweglich (wenigstens im zusammengeballten Zustand) und entwickeln sich auf Kosten der Körnchen, welche den Inhalt der Spermazelle bilden.

9. Nach erfolgter Befruchtung werden die Eier entleert, und deren Entwickelung erfolgt im Freien.

10. Bei mehreren Infusorien werden die Geschlechtsorgane unmittelbar nach jeder Fortpflanzungsepoche neu gebildet.

11. Die von manchen Forschern für Samenkörperchen der Infusorien angesprochenen verschieden geformten Körperchen (Fäden oder Stäbchen) sind nichts weiter, als in den Geschlechtsorganen zur Entwickelung gelangte parasitische Organismen (Vibrionen oder Oscillarien).

12. Auch die von gewissen Autoren beschriebenen acinetenförmigen und anders geformten inneren Embryonen sind nichts, als Parasiten, welche in die Infusorien oder deren Cysten eindringen, um sich hier zu vermehren.

Obigem habe ich noch hinzuzufügen, dass nach Balbiani die gegenseitige Befruchtung in der Weise erfolgt, dass die Spermatozoiden enthaltenden Theilungspartien der Nucleolen, d. h. der Hoden, die sogenannten *Samenkapseln (capsules spermatiques)*[1] während der Conjugation durch die Geschlechtsöffnungen gegenseitig ausgetauscht werden, um mit ihren Spermatozoiden die im Kern, also im Ovarium gebildeten Eier zu befruchten. Dies wird aber von Balbiani blos vermuthet, da es ihm eben so wenig gelang, den Befruchtungsprocess, wie das angebliche Legen der Eier und deren weitere Entwickelung zu beobachten.

Nach der Publication der Entdeckungen von Johannes Müller und seinen Schülern, wandte sich auch Stein mit grossem Eifer dem Studium der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien zu, wel-

[1] Lehrb. der Histologie. 538.

[2] Sur l'existence d'une génération sexuelle chez les Infusoires. CR. Tome 46. (1858) 628. — Recherches sur les organs générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR. Tome 47. (1858) 383.

[3] Du role des organs générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie. Tome III. Nr. IX. (1860) 71.

[4] Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Extr. du Journ. de la Physiologie Nos de Janvier à Octobre (1861) 1—130.

[5] Diss. cit. 123.

[1] Recherches 115.

ches ihm theilweise mit den BALBIANI'schen übereinstimmende, zum Theil aber von diesen wesentlich abweichende Resultate ergab. Diese Forschungsergebnisse hat STEIN im ersten und zweiten Theil seiner Monographie,[1] besonders aber im letzteren sehr ausführlich dargelegt und ausserdem in einer besonderen Abhandlung kurz zusammengefasst.[2]

Die Spermatozoiden ähnlichen Gebilde wurden auch von STEIN bald gefunden, und auch er wähnte in Kern und Kernkörperchen weibliche und männliche Geschlechtsorgane zu erkennen; trotzdem findet sich aber im ersten Theil seiner Monographie noch die Ansicht, dass die in der Längsachse aneinander geschmiegten Ciliaten sich in der Theilung und nicht in Conjugation befinden, woraus dann folgen würde, dass die Geschlechtsproducte der Infusorien ihre volle Reife erst im Verlauf der Längstheilung erlangen. Allein von dieser Auffassung ist STEIN, wie erwähnt, bald abgekommen und hat sich mit voller Entschiedenheit der BALBIANI'schen Deutung angeschlossen.

Die Hauptergebnisse der STEIN'schen Untersuchungen lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Die meisten Infusorien sind Hermaphroditen; das weibliche Geschlechtsorgan wird durch den Kern, das männliche aber durch den Nucleolus repräsentirt.

2. Die Geschlechtsorgane gelangen während der Conjugation zur vollen Reife, stehen aber mit besonderen Ausführungsgängen oder Geschlechtsöffnungen nicht in Verbindung.

3. Während der Conjugation *theilen sich die Nucleolen in Samenkapseln;* doch werden letztere nicht gegenseitig ausgetauscht, vielmehr besteht wahrscheinlich eine Selbstbefruchtung.

4. *Befruchtet* werden nicht die Theilungspartieen des Kerns, sondern *die Kerne selbst,* indem die Spermatozoiden in dieselben eindringen; die durch JOHANNES MÜLLER und seine Schüler entdeckten faden- und stäbchenförmigen Gebilde sind also nicht Parasiten, sondern behufs Befruchtung in die Kerne eingedrungene wahre Samenfäden.

5. Die befruchteten Kerne zerfallen in mehrere Theile; letztere sind nicht zum Ablegen bestimmte Eier, sondern werden zum Theil zu *Keimkugeln,* diese wieder zu *Embryonalkugeln,* welche durch Theilung, als Endproducte der geschlechtlichen Fortpflanzung, *Embryonen* erzeugen. Die acinetenförmigen und sonstigen «Embryonen» sind also wirkliche Embryonen und nicht Parasiten. Die nicht zu Keimkugeln verwandelten Kerntheile dienen zur Reconstruction der Kerne.

6. Bei den *Oxytrichinen* und *Euplotinen* verschmelzen die Theile der nach erfolgter Befruchtung in Stücke zerfallenden Kerne wieder zu einer Masse, der sogenannten *Placenta,* welche sich nach der Entwickelung von mehreren Keimkugeln wieder in den Kern verwandelt.

7. Bei den — nach STEIN mit Nucleolen nicht versehenen — *Vorticellinen* zerfallen während der Conjugation die Kerne beider Individuen in mehrere Theile, und zwar entweder beide Kerne für sich (bei der knospenförmigen Conjugation) oder nach vorangegangener Verschmelzung zu einem einzigen Kern (bei der lateralen Conjugation). In den aus der Copulation hervorgegangenen Individuen bilden die Kernstücke entweder lose Haufen (Gattung *Vorticella*), oder verschmelzen aufs neue zur Placenta (*Kolonieen bildende Vorticellinen* und *Trichodinen*). Im ersteren Fall entwickeln sich aus mehreren Kernstücken Keimkugeln, während aus den übrigen der Kern reconstruirt wird; im letzteren Fall bilden sich aus der Placenta mehrere Keimkugeln, worauf die Kerne wieder zur normalen Form zurückkehren. Aus den Keimkugeln entwickeln sich ausnahmslos Embryonalkugeln, wenigstens wurden letztere bei den Gattungen *Vorticella*, *Carchesium, Zoothamnion, Epistylis* und *Trichodina* mit voller Bestimmtheit beobachtet.

Es soll nun der von den genannten zwei Forschern beobachtete Verlauf der während und nach der Conjugation eintretenden Veränderungen etwas näher betrachtet werden, und zwar bei zwei sehr gemeinen Infusorien, dem *Paramecium Aurelia* und *Carchesium polypinum.* Zur Erleichterung der Vergleichung will ich die Ergebnisse beider Forscher einander gegenüber stellen. Es sei noch bemerkt, dass von den BALBIANI'schen Beobachtungen die auf *Carchesium polypinum* bezüglichen neueren Datums,[1] die *Paramecium Aurelia* betreffenden aber in dessen Hauptwerk enthalten sind.

[1] Der Org. I. 96 ff. — Der Org. II. 40 ff.

[2] Ueber die Hauptergebnisse etc. 22 ff.

[1] Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. Tome 81. (1875) 676.

1. *Paramecium Aurelia.*

a) Während der Syzygie.

Balbiani (1861).	Stein (1867).
Die vom Nucleus (*N.*) und Nucleolus (*n.*) entspringenden Geschlechtsgänge, welche mit einer vor dem Mund gelegenen und an den in Begattung begriffenen Paaren mit einander communicirenden gemeinsamen Oeffnung münden, werden sichtbar.	Geschlechtsgänge und besondere Geschlechtsöffnungen sind nicht zu unterscheiden, auch gar nicht vorhanden.
Der *n.* vergrössert sich und wird blass; seine Membran schwillt an und erweitert sich zu einer Blase, welche blos an einer Stelle mit der granulirten Kugel des *n* in Verbindung bleibt; aus letzterer wächst auf der einen Seite ein Fadenbüschel hervor, welches der Convexität der Blase folgend in die Nähe seines Ausgangspunktes zurückkehrt. — Hierauf wächst das Fadenbüschel am freien Ende weiter und stülpt die blasenartige Membran blinddarmförmig hervor, dieselbe in die eigene spiralige Windung mit einbeziehend. Später macht der Schlauch eine rückläufige Windung; die Körnchenkugel, von welcher das zarte Fadenbüschel wie ein Kometenschweif ausstrahlt, verschwindet und die Fäden theilen sich an den beiden Büschelenden in zwei besondere Büscheln, durch welche der Schlauch keulenförmig aufgetrieben wird. Endlich wird der eine Zeit lang noch C-förmig gebogene Schlauch gerade und zwischen den fadenhältigen geschwellten Enden immer dünner, endlich ganz entzwei geschnürt; die auf diese Weise entstandenen fadenhältigen Kugeln entsprechen den zwei ersten Samenkapseln, welche sich durch Quertheilung abermals in zwei Theile spalten. Nur ausnahmsweise folgt eine nochmalige Theilung, so dass in der Regel vier, und nur selten acht Samenkapseln gebildet werden; auch ein Abschliessen der Bildung der Samenkapseln nach der ersten Zweitheilung gehört zu den Ausnahmen.	Der *n.* vergrössert sich; seine Membran wächst aber schneller als die körnige Substanz, welche, im Centrum der zu einer Blase angeschwellten Membran verbleibt. Die zerstreuten Körnchen der Substanz des *n.*, welcher sein Wachsthum einstellt, ordnen sich regelmässig und dicht aneinander und bilden parallele Längsreihen, welche sich alsbald zu Stäbchen oder Fäden entwickeln. In diesem Entwickelungsstadium sind die Kapseln noch ganz kugelig oder nur wenig gestreckt. Hierauf folgt ein selbständiges Wachsthum der Fäden, welche entweder gerade bleiben, in welchem Fall gerade, ovale oder spindelförmige Kapseln sich entwickeln; in den häufigeren Fällen sind sie schon vom Anbeginn schwach bogenförmig oder wie eine 6 gekrümmt, wo sich dann auch die Kapsel während dem Wachsen nierenförmig oder spiralig windet. — In noch anderen Fällen nimmt das Fadenbüschel während des Wachsthums unregelmässige Schlangenwindungen oder die Form eines Posthorns an, wo dann die Kapsel zwar eiförmig bleibt, aber an der Oberfläche Ausbuchtungen erhält. Am häufigsten entwickelt sich blos eine Samenkapsel; seltener erfolgt eine Zweitheilung der gestreckten und an den beiden Enden keulenförmig aufgetriebenen Kapseln. — Durch Wiederholung dieses Vorgangs kann sich die Anzahl der fertigen Samenkapseln auf vier steigern.
Bei anderen Syzygien entwickelt sich blos eine Samenkapsel, in einer von der beschriebenen gänzlich abweichenden Weise. — Die *n.*-Membran hebt sich vom körnigen Inhalt auf der ganzen Oberfläche ab und wird zu einem eiförmigen Schlauch, in dessen Centrum die granulirte *n.*-Substanz gelegen ist, aus welcher in zwei entgegengesetzten Richtungen zarte Fäden hervorwachsen, durch deren Wachsthum die Kapsel eine Spindelform erhält. Endlich verschwindet der granulirte Gürtel gänzlich, und die freigewordenen, an der Basis fortwachsenden Fäden liegen parallel nebeneinander. Auf diese Weise zur Entwickelung gelangte einzelne spindelförmige Samenkapseln pflegen sich nicht zu theilen.	
Die Fäden der Samenkapseln oder Spermatozoiden sind überaus fein, einzeln nicht unterscheidbar, ganz bewegungslos, und füllen die Samenkapseln zu Bündeln vereinigt aus.	
Gegen Ende der Conjugation, gegen den dritten, vierten Tag haben die Samenkapseln ihre volle Reife erlangt und werden durch die Geschlechtsöffnungen gegenseitig ausgetauscht.	Die einzige, oder die 2 bis 4 Samenkapseln werden nicht gegenseitig ausgetauscht.
Der *N.* erleidet während der Conjugation blos insofern eine Veränderung, als die Oberfläche von unregelmässig wellig verlaufenden Linien durchfurcht wird.	

Balbiani.	Stein.
durch deren stetige Zunahme der *N.* einigermassen das Aussehen eines mit Windungen versehenen Gehirnes gewinnt.	

b) Nach der Syzygie.

Balbiani.	Stein.
Die Windungen des durch wellige Furchen in einen gewundenen Knäuel verwandelten *N.* lösen sich allmälig auf zu einem zusammenhängenden, verschiedenartig gebogenen und geschlängelten cylindrischen Strang. — Hierauf theilt sich der granulirte Inhalt des Stranges innerhalb der Membran in zahlreiche kleine Kugeln, wobei die membranöse Hülle zwischen den einzelnen Stücken stetig länger und endlich so fein ausgezogen wird, dass die kugeligen Kernstücke endlich ganz frei in der Körpersubstanz zerstreut erscheinen. Von diesen Kernstücken pflegen vier, seltener 8 oder blos 2 anzuwachsen, wobei sich in ihrem Inneren ein Keimbläschen und ein Keimfleck differenzirt. Es sind das die von der zu einem Eileiter umgewandelten *N.*-Membran umschlossenen Eier, welche endlich durch die Oeffnung des Eileiters entleert werden, während die übrigen Stücke des *N.* wieder verschmelzen und sich zu einem neuen Kern organisiren. Die während der Conjugation ausgetauschten Samenkapseln dringen in die Nähe des Eileiters, um die entwickelten Eier mit ihren Samenfäden zu befruchten. Doch konnte der Befruchtungsprocess nicht unmittelbar beobachtet werden. Nach erfolgter Befruchtung pflegen die Samenkapseln zu schrumpfen und zu verschwinden. Die von Johannes Müller und seinen Schülern im angewachsenen *N.* beobachteten stäbchenförmigen Gebilde sind parasitische *Vibrionen*, die acinetenförmigen Embryonen aber parasitische *Sphaerophryen*.	Die einzige, seltener 2 bis 4 Samenkapseln ziehen sich unmittelbar vor, seltener hinter den etwas gestreckten *N.*; wenigstens hält Stein die aus schlangenartig gewundenen Fäden zusammengesetzten ein bis vier Knäulen entschieden für frei gewordene Spermatozoiden, welche alsobald in den angewachsenen Kern eindringen, sich hier nach allen Richtungen zerstreuen, und den Kern befruchten. Es sind das die von Johannes Müller und seinen Schülern entdeckten, gerade oder geschlängelte Stäbchen enthaltenden vergrösserten Kerne. Der *N.* zerfällt nach erfolgter Befruchtung durch wiederholte Theilung in 2 bis 7 gleich grosse und ganz homogene Kugeln, welche untereinander in keinerlei Verbindung stehen, alsbald strangartig auswachsen und durch wiederholte Theilung in überaus zahlreiche kleine Stückchen zerfallen. — Von den kleinen Kugeln trennen sich nicht constant vier, sondern viel häufiger mehr, bis zu 12 und noch mehr von den übrigen und wachsen bedeutend an. Jede Kugel ist von einer zarten homogenen Membran umgeben und enthält in ihrer gleichmässig granulirten Substanz ein gleichfalls mit einer feinen moleculären Substanz angefülltes centrales Bläschen; ein Keimfleck ist aber im Inneren nicht enthalten. Diese mit den von Balbiani für Eier angesprochenen Gebilden offenbar identischen Kugeln sind nichts andres als Keimkugeln, aus welchen Embryonalkugeln hervorgehen, aus deren Theilungssprösslingen sich endlich acinetenförmige Embryonen entwickeln. Die übrigen *N.*-Stücke vereinigen sich zu einem neuen *N.*

2. *Carchesium polypinum.*

Knospenförmige Conjugation.

Balbiani. (1875.)	Stein. (1867.)
Sowohl die Makrogonidien, als auch die Mikrogonidien enthalten neben dem hufeisenförmigen *N.* einen kleinen *n.*	Weder Makrogonidien, noch Mikrogonidien haben einen *n.*
Während der Conjugation zerfallen die *N.* der Makro- und der Mikrogonidien in kugelige Stücke. Der *n.* der Makrogonidien behält den ursprünglichen rudimentären Zustand («état rudimentaire initial») bei, während der *n.* der Mikrogonidien anwächst, in zwei Theile zerfällt, in welchen sich überaus zarte Fäden, Spermatozoiden entwickeln. Von letzteren werden 5 bis 7 Kernstücke der Makrogonidien befruchtet. Die befruchteten Eier werden entleert, während die zurückgebliebenen Kernstücke zu einem neuen Kern verschmelzen. Die angeblichen Embryonen sind parasitische *Sphaerophryen.*	Während der Conjugation zerfallen die *N.* der Makro- und der Mikrogonidien in kugelige Stücke, welche zu einer Placenta verschmelzen. In der Placenta differenziren sich Keimkugeln, welche sich zu Embryonalkugeln entwickeln; schliesslich theilen sich die Embryonalkugeln und ihre Theilstücke schwärmen in der Form tentakelloser peritricher Embryonen aus. Die übriggebliebenen Theile der Placenta verwandeln sich zum neuen *N.*

Aus Obigem dürfte klar hervorgehen, zu welchen wesentlich verschiedenen Ergebnissen die beiden ausgezeichneten Forscher, welche sich so eingehend mit dem Studium des Conjugationsprocesses der Infusorien befassten, gelangt waren. Es bedurfte daher unbedingt neuer, ohne jede Voreingenommenheit ausgeführter Untersuchungen, um die Abweichungen in der Auffassung der beiden bahnbrechenden Forscher auszugleichen und den verwickelten Knoten zu lösen.

Hierzu waren weder die älteren Untersuchungen von ENGELMANN,[1] noch die von KÖLLIKER [2] geeignet. Erstere unterstützten im Grossen und Ganzen die STEIN'sche Auffassung: der Conjugationsprocess soll zur Entwickelung von Embryonen führen, welche ganz den von STEIN ausgeführten Weg einschlägt; ferner sollen die von ENGELMANN ausser den *Paramecien* auch in den vergrösserten Kernen von *Chilodon Cucullulus*, sowie in den geschwellten Nucleolen von *Blepharisma lateritia* beobachteten stäbchenförmigen Körperchen wahre Spermatozoiden, und nicht, wie BALBIANI meinte, Parasiten sein. — Dagegen sprach sich KÖLLIKER, was das Letztere betrifft, für die Richtigkeit der BALBIANI'schen Ansicht aus, liess aber die wichtige Frage unentschieden, ob die befruchteten Kerntheile Eiern, oder aber Embryonen erzeugenden Keimkugeln entsprechen.

Die verwickelte Angelegenheit des Conjugationsprocesses der Ciliaten kann zwar auch heute noch nicht in allen ihren controversen Thesen und Einzelheiten für endgiltig gelöst betrachtet werden; jedenfalls ist sie aber der endgiltigen Lösung sehr nahe gerückt worden durch die von BÜTSCHLI [3] und von ENGELMANN [4] beinahe gleichzeitig veröffentlichten hochwichtigen Forschungsergebnisse, welche von dem Verlauf und der Bedeutung des Conjugationsprocesses ein ganz anderes Bild entrollen, als die BALBIANI'schen und STEIN'schen Untersuchungen, und welche endlich zu dessen Erkenntniss führten, dass sich während der Conjugation der Infusorien Spermatozoiden eben so wenig, wie Eier, resp. Keim- und Embryonalkugeln und Embryonen entwickeln.

Was zunächst die Letzteren, d. i. die Embryonen betrifft, so wurde der gegenwärtige Standpunkt bereits eingehend dargelegt; es möge daher hier ein einfacher Hinweis auf das weiter oben von den Embryonen der Ciliaten Gesagte genügen.

Die Frage nach der Natur der von BALBIANI für Eier angesprochenen hellen Kugeln, wird weiter unten ihre Beantwortung finden, und hier soll nur soviel bemerkt werden, dass wir von dem Ablegen der angeblichen Eier von *Paramecium Aurelia*, ausser bei BALBIANI, nur noch bei einem einzigen Forscher, nämlich SCHAAFFHAUSEN eine Erwähnung finden [1]: «Das mit Eikugeln, die von heller Flüssigkeit umgeben sind, strotzend gefüllte Thierchen lässt in einer Stunde mehrmals ein solches Ei austreten und zwar an verschiedenen Stellen des Hinterleibes. — — Die von Paramecium gelegten Kugeln blieben stundenlang unbewegt liegen und allmälig bildet sich ein Vorsprung an der Kugel mit einem Wimpersaum, mittelst dessen das Thierchen dann fortschwimmt.»

Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass von SCHAAFFHAUSEN parasitische *Sphaerophryen* beobachtet wurden, welche vielleicht unter dem Druck des Deckgläschens das Paramecium vorzeitig verliessen; und gewiss ist BÜTSCHLI im Recht, wenn er behauptet, dass das Eierlegen der Infusorien durch diese Beobachtung durchaus nicht bewiesen wurde.

BALBIANI hat — wie angeführt wurde — behauptet, dass unter Spermatozoiden zwei ganz verschiedenartige Gebilde verstanden und mit einander verwechselt werden: erstens die in den Samenkapseln enthaltenen, überaus feinen, spitz zulaufenden starren Stäbchen, welche einzeln nicht, sondern blos im Bündel unterschieden werden können; ferner die zuerst von JOHANNES MÜLLER beschriebenen, etwas grösseren und dickeren, geraden, oder wellig gebogenen Stäbchen, welche besonders häufig in den vergrösserten Kernen der *Paramecien*, seltener in den Nucleolen zu beobachten sind. Erstere sind wahre Samenfäden, letztere hingegen in die Kerngebilde eingedrungene vibrionenartige Parasiten.

Die Richtigkeit der BALBIANI'schen Anschauung — obschon dagegen bereits CLAPARÈDE und LACHMANN,[2] später aber STEIN [3] auf das Entschiedenste protestirten — wurde durch die neueren Untersuchungen von KÖLLIKER, BÜTSCHLI und ENGELMANN bestätigt. Als triftigen Grund für die Richtigkeit der BALBIANI-schen Ansicht führt ENGELMANN die Beobachtung an, dass er bei den *Paramecien* mehrere Conjugations-Epidemieen beobachtete, in welchen die Samenkapseln zwar zur Entwickelung kamen, die fraglichen Stäbchen aber im Kern keines einzigen Individuums entdeckt werden konnten.[4]

[1] Zur Naturg. etc. ZWZ. XI.

[2] Icones histiologicæ. I. Abth. (1864) 18.

[3] Studien etc. 1876.

[4] Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. 1876.

[1] Ueber die Organisation der Infusorien. Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande und Westphalens. 3. Folge. 5. Jahrg. 1868. Correspondenzbl. 52—56. Vgl. BÜTSCHLI, Studien 307.

[2] Études. III. 263.

[3] Der Org. II. 96.

[4] Ueber Entwickelung etc. 608.

In ähnlichem Sinn äussert sich auch BÜTSCHLI. «Ich habe bei den zahlreichen Infusorien — sagt BÜTSCHLI[1] —, welche ich während und nach der Conjugation untersuchte, nie, weder im secundären Nucleos, noch im Plasma des Thieres selbst, etwas gesehen, was sich von der Faserbildung der sogenannten Samenkapseln hätte herleiten lassen. Auch habe ich in den conjugirten Thieren bis jetzt zu keiner Zeit etwas von den Fäden oder Stäbchen wahrgenommen, die zuerst 1856 bei JOH. MÜLLER den Gedanken an eine geschlechtliche Fortpflanzung unserer Thiere erweckten. — Diese mit Stäbchen erfüllten Nuclei habe ich aber bei *Paramecium Aurelia* dennoch angetroffen und mich mit BALBIANI von ihrer parisitischen, pflanzlichen Natur überzeugt. Ich fand solche Thiere mit einem von Stäbchen dicht erfüllten Nucleus in einem stark riechenden, sehr verdorbenen Wasser. Auch die Thiere selbst hatten ein krankhaftes Aussehen, da sich in ihrem Endoplasma grosse, schon mit der Loupe sichtbare Vacuolen gebildet hatten, die den Kern selbst häufig ganz zur Seite drängten. Der isolirte, voll feiner dunkler Stäbchen steckende Kern platzte schon durch sehr leichten Druck und ergoss seinen zum grössten Theil flüssigen Inhalt in das umgebende Wasser. Die Grösse der Stäbchen ist sehr verschieden, es finden sich sehr kurze bis sechsmal längere. Die kleineren erscheinen homogen, blass und matt, an den grösseren hingegen ist häufig das eine Ende ganz dunkel und glänzend.* — Diese Umwandlung scheint allmälig fortzuschreiten, bis schliesslich das ganze Stäbchen dunkel und glänzend geworden ist. Ich muss BALBIANI darin beistimmen, dass die Stäbchen sich durch Theilung vermehren, indem ich eine ganze Anzahl Bilder sah, die unzweifelhaft auf einen solchen Vermehrungsprocess hindeuteten und zwar sowohl an blassen, als auch an gänzlich dunkelglänzenden Stäbchen. Unter diesen zerstreut fanden sich auch zahlreiche sehr feine, geschlängelte Fäden, von deren etwaigem Zusammenhang mit den Stäbchen ich nichts finden konnte. Letztere zeigten eine schwache, wackelnde Bewegung, über deren Natur ich nicht zu einem sicheren Schluss gelangte.»

BÜTSCHLI erwähnt ferner, den im Kern von *Paramecium Aurelia* beobachteten Stäbchen sehr ähnliche Gebilde bei einer frei lebenden Nematode, nämlich Tylenchus pellucidus, in einer grossen Anzahl von Individuen gefunden zu haben; die Körperhöhle war von den fraglichen Stäbchen ganz erfüllt.

Alldas in Erwägung gezogen, spricht gewiss die grösste Wahrscheinlichkeit dafür, dass die bei Infusorien in den vergrösserten Kernen beobachteten Stäbchen nicht Spermatozoiden sondern Schizomyceten sind.

Ohne Zweifel war auch der, wie oben erwähnt, einmal von CLAPARÈDE und LACHMANN bei *Stentor polymorphus*, in einer besonderen Safthöhle des Körpers beobachtete, aus schlangenartig bewegten feinen Fäden bestehende Knäul aus Schizomyceten gebildet;[1] eben so konnten die von MARGÓ während der Conjugation in den Nucleolen der *Lacrymaria vermicularis, Loxodes plicatus, Paramecium caudatum* und *Vorticella nebulifera* beobachteten stäbchenförmigen Spermatozoiden, an welchen nach Zerdrücken der betreffenden Ciliaten bei 525-facher Vergrösserung noch eine geraume Zeit hindurch lebhafte Bewegungen beobachtet werden konnten, nichts als Schizomyceten gewesen sein.[2]

Nach alldem kann es sich nur mehr um die Frage handeln, ob die geraden oder sichelförmig gebogenen feinen Fäden mit zugespitzten Enden, welche an den Kernstücken conjugirter Infusorien, den sogen. Samenkapseln, die Streifen bilden, auch wirklich Samenfäden sind, wofür sie von BALBIANI gehalten wurden?

Die sogenannten Samenkapseln der Infusorien mit ihrer meridionalen Streifung sehen ohne Zweifel den in das Körperparenchym gewisser niederer Thiere, z. B. verschiedener Plattwürmer eingebetteten Spermatozoiden-Bündeln sehr ähnlich. Anderseits wurden aber bereits aus den Untersuchungen von BALBIANI, STEIN und KÖLLIKER Details bekannt, welche mit der Deutung der Streifen als Spermatozoiden gänzlich unvereinbar sind. Es wurde nämlich von diesen Forschern, in erster Reihe aber von BALBIANI,[3] nachgewiesen, dass an den Nucleolen der

[1] Studien 359.

* Aehnliche Abbildungen giebt ENGELMANN von den im geschwellten Nucleolus der *Blepharisma lateritia* beobachteten Stäbchen (Zur Naturgesch. Taf. XXX. Fig. 12.)

[1] Études. III. 258.

[2] Ázalagtani adatok s a Pest-Buda ázalagfaunájának rendszeres átnézete. A m. tud. Akad. math. term. tud. közl III. köt. (1865) 79.

[3] Du role des organes générateurs dans la division spontanée des Infusoires ciliés. Journ. de la Physiologie III. Janvier. (1860) 81.

Infusorien bei jeder Theilung eine, der der sogen. Samenkapseln vollkommen gleiche Streifung auftritt. Ferner ist bekannt und wurde bereits oben hervorgehoben, dass bei zahlreichen Ciliaten während der Theilung auch an den Kernen Längsstreifen beobachtet wurden. Wie sollen nun diese, von Bütschli durch neuere und sehr umfangreiche Untersuchungen bestätigten Beobachtungen mit der Deutung der an den Samenkapseln sichtbaren Streifen als Spermatozoiden in Einklang gebracht werden? Balbiani fühlte sehr gut, dass diese Beobachtungen geeignet sind seine ganze Lehre von den Spermatozoiden der Infusorien über den Haufen zu werfen, und nahm daher zu der, jeder Grundlage entbehrenden Annahme seine Zuflucht, dass die während der Theilung in den Kernen und Nucleolen der Infusorien erscheinenden Längsstreifen lediglich als streifige Verdickungen, oder Falten der Membran der Kerngebilde auszufassen wären [1]; an einer anderen Stelle aber wird vom längsgestreiften Kern des *Didinium nasutum* behauptet, dass er sich durch irgend einen krankhaften Process zu einer hydropischen Cyste umwandelte, deren Membran sich der Länge nach faltete.[2] Stein wähnte anfangs in der Streifung der in Theilung begriffenen Nucleolen Spermatozoiden zu erkennen; liess aber später diese Auffassung gänzlich fallen, da doch von einer bei jeder Theilung sich wiederholenden Spermatozoidenproduction keine Rede sein kann.[3] — Dem gegenüber sei hier vorläufig nur soviel bemerkt, dass ein einziger vorurtheilsfreier Blick genügt, um sich zu überzeugen, dass auf den sehr naturgetreuen Balbiani'schen Abbildungen zwischen der Streifung der in Theilung begriffenen Nucleolen und der der Samenkapseln keinerlei Unterschied besteht, dass mithin die «Falten» der ersteren und die «Spermatozoiden» der letzteren gänzlich übereinstimmen.

Zur Entwirrung dieser gründlich verwirrten Angelegenheit waren jene in einer ganz anderen Richtung geführten eingehenden neueren Untersuchungen berufen, welche sich auf die Erforschung der feineren Structurveränderungen beziehen, welche sich in den Kernen der sich theilenden Thier- und Pflanzenzellen abspielen.

[1] Recherches. 28, 46.

[2] Sur le Didinium nasutum. Arch. de Zoolog. expérimentale. II. Nr. 3. Juillet. (1873) 389.

[3] Der Org. II. 47.

Die der Zelltheilung vorangehende Vermehrung der Kerne der Thier- und Pflanzenzellen wurde selbst noch vor einigen Jahren zumeist für einen sehr einfachen Process gehalten, bei welchem sich der Kern, nach erfolgter Theilung des Kernkörperchens, einfach halbirt. Die einzige Ausnahme von dieser Regel sollte die Furchung der Eizellen bilden, indem im thierischen Ei, vor Beginn der Furchungsprocesses — wie zuerst von Reichert im Jahre 1846 behauptet wurde [1] — der Kern gänzlich verschwindet, also die Zelle, wie Haeckel sagt, in den Cytodenzustand zurückkehrt, worauf die zwei Kerne der Theilungshälften neugebildet werden. Die eingehenden Untersuchungen von Auerbach über den Furchungsprocess des Eies der Ascaris nigrovenosa schienen das Verschwinden des Eikerns vor Eintritt der Furchung (*Koryolysis*) und dessen darauf folgende Neubildung zu bestätigen.[2] Auerbach nennt diesen Vorgang: Fortpflanzung durch *Palingenese.*[3]

Neuere Forscher, unter welchen hier blos Schneider, Bütschli, Oscar Hertwig, Fol und Selenka angeführt werden sollen, haben nach genaueren Studien über den Furchungsprocess des thierischen Eies das Verschwinden des Eikerns oder des Keimbläschens vor der Furchung und dessen Neubildung durch Palingenese nicht bestätigt, gelangten vielmehr zu dem Ergebniss, dass das vollständige Verschwinden gleichsam eine Auflösung des Kernes (Karyolysis) und die Neubildung zweier Kerne durch Palingenese blos scheinbar ist, indem der Kern thatsächlich vorhanden bleibt und bei Anwendung entsprechender Reagentien deutlich hervortritt. Diese Untersuchungen ergaben ferner eine eigenthümliche Gestalts- und Structurvesänderung des Kerns (*Karyokinesis*) während des scheinbaren Verschwindens; derselbe gewinnt die Gestalt einer längsgestreiften Spindel (*Kernspindel*) oder eines Doppelkegels.

Nachdem bereits Kowalewsky bei Euaxes, einem Oligochæten aus der Familie der Lumbriculiden, der im Kern der in Furchung begriffenen Eier auftretenden zarten Streifen kurz erwähnte,[4] — Schnei-

[1] Der Furchungsprocess und die sogenannte Zellbildung um Inhaltsportionen. AAP. (1846) 196. — Vgl. Bütschli, Studien, 395.

[2] Organologische Studien II. Hft. Breslau. (1874) 187.

[3] Op. cit. 261.

[4] Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. de l'Acad. de St. Petersbourg. Tome XVI. 1871. Nr. 12. — Vgl. Bütschli, Studien, 398.

DER aber die bei der rhabdocoelen Turbellarie Mesostomum Ehrenbergii und bei dem Trematoden Distomum cygnoides die in den Eikernen während des Furchungsprocesses sich entwickelnden faden- respective stäbchenförmigen Gebilde genauer beschrieben hatte:[1] führte BÜTSCHLI, gestützt auf sehr umfassende Beobachtungen den Nachweis, dass die Kerne der Furchungskugeln und gewisser Gewebszellen während der Theilung bei den verschiedensten Thieren eine Umwandlung in charakteristisch gestreifte Spindeln erleiden.[2] Von den zahlreichen Arbeiten, welche die Entdeckung von BÜTSCHLI mit neueren Angaben und Details unterstützten und weiter entwickelten, gebührt, vermöge ihrer Wichtigkeit, der erste Platz unbedingt den Arbeiten von STRASBURGER[3] welche, auf Grund sehr umfassender und eingehender Untersuchungen den Nachweis liefern, dass sich auch die Kerne der Pflanzenzellen während der Theilung in charakteristisch gestreifte Spindeln umwandeln. Alle diese Untersuchungen berechtigen uns in der Bildung der Kernspindel eine für die Zelltheilung ganz charakteristische typische Erscheinung zu erblicken *(indirecte Kerntheilung)*, und die vormals für typisch gehaltenen Fälle ohne Umwandlung des Kerns vor der Zelltheilung zu einer Spindel und dessen einfache Halbirung *(directe Kerntheilung)* für Ausnahmen anzusehen.

Es kann meine Absicht nicht sein, an dieser Stelle auf die interessanten und wichtigen Details, mit welchen unsere Kenntnisse über die Theilung der Zellen, insbesondere der Eizellen in neuerer Zeit wesentlich erweitert wurden, des Näheren einzugehen, und beschränke mich einfach auf eine Darstellung der Bildung und der Structur des Kernspindels, welche mit unserem Gegenstand in engem Zusammenhang stehen.

Die zur Theilung sich anschickenden Kerne (Keimbläschen) werden zunächst so blass und undeutlich contourirt, dass eine Unterscheidung ohne Anwendung entsprechender Reagentien ganz unmöglich ist; jedoch verschwindet der Kern nicht gänzlich und tritt daher eine Karyolyse nicht ein. Nach BÜTSCHLI[1] ist dieses scheinbare Verschwinden der Kerne theils dadurch bedingt, dass die Kernmembran überaus dünn wird — wenn dieselbe wahrscheinlich auch nicht verschwindet — und dass in Folge dessen die Kerncontouren verschwommen erscheinen; theils durch eine gleichmässige Vertheilung im ganzen Kern der darin enthaltenen kleineren und grösseren, dichteren Partikeln; endlich dadurch, dass die Kerne mit einem Theil des Kernsaftes auch an Helligkeit einbüssen und von dem umgebenden Protoplasma nicht mehr abstechen.

Die erblassten Kerne nehmen die Form einer schlankeren oder gedrungeneren Spindel oder eines Doppelkegels an, verwandeln sich zu sogen. *Kernspindeln* und ihre Substanz differenzirt sich in zarte Streifen oder Fäden, die sogen. *Spindelfasern* (BÜTSCHLI) oder *Kernfäden* (STRASBURGER). Diese Fasern, 12 bis 24 an der Zahl, sind an den Spindelenden verjüngt, in der Aequatorialgegend aber zu kugeligen oder stäbchenförmigen Körperchen verdickt, welche von STRASBURGER zusammen als *Kernplatte* bezeichnet werden. Bei manchen Thier- und Pflanzenzellen sind die Elemente der Kernplatten in eine zusammenhängende Scheibe vereinigt; dieses Verhalten beobachtete BÜTSCHLI während der Kerntheilung an den embryonalen Blutzellen des Hühnchens, STRASBURGER aber an den Pollen-Mutterzellen von Allium Narcissiflorum.[2] — Die Theilung der in dieser Weise veränderten Kerne erfolgt in der Aequatorialzone der Spindel in der nämlichen Weise, wie an den Nucleolen des *Paramecium Aurelia*, deren Theilung weiter unten nach BÜTSCHLI's Untersuchungen dargestellt werden soll.

Nachdem diese eigenthümlichen Veränderungen der in Theilung begriffenen Zellkerne bekannt wurden, konnte nicht länger gezweifelt werden, dass den feinen Fasern, welche in den sich theilenden Nucleolen der Infusorien, oder den sogenannten Samenkapseln auftreten, der denselben von BALBIANI und STEIN zugeschriebene Werth nicht zukomme. Dies nachgewiesen zu haben ist das Verdient von BÜTSCHLI, der schon im Jahre 1873 hierauf aufmerksam machte,[3] im folgenden Jahre aber auf Grund von

[1] Untersuchungen über Plathelminthen. Giessen. 1837 Sep. Abdr. aus dem 14. Jahresber. der oberrheinischen Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde. 49.

[2] Vorl. Mittheil. über Untersuchungen betreffend die ersten Entwickelungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. ZWZ. XXV. (1875) 201. — Vorläufige Mittheilung einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zelltheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426. — Studien etc. 1876.

[3] Ueber Zellenbildung und Zelltheilung Jena. 1875. II. Aufl. 1876.

[1] Studien, 401.

[2] BÜTSCHLI, Studien, 401.

[3] Einiges über Infusorien. AMA. IX. 1873.

Untersuchungen, welche er an den Kernen in Furchung begriffener Eier von Cucullanus elegans anstellte, die vollkommene Uebereinstimmung der feinen Fäden der Kernspindel mit den während der Conjugation der Infusorien an den sich theilenden Nucleolen auftretenden Fäden entschieden aussprach.[1] — Diese Behauptung wurde später von Bütschli in seiner, auf ausgedehnte Untersuchungen gestützten hochwichtigen Arbeit über den Furchungsprocess, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien[2] fest begründet und glänzend gerechtfertigt.

Durch die Untersuchungen von Bütschli wurde die Lehre von der Identität der Nucleolen der Infusorien mit Hoden, sowie der in den während der Conjugation in mehrere Theile zerfallenden Nucleolen auftretenden zarten Fäden mit zur Befruchtung bestimmten Spermatozoiden endgiltig widerlegt und als falsch nachgewiesen; es sind das in der That nichts weiter, als vorübergehend bestehende und bald wieder verschwindende zarte Fäden, wie sie an den Kernen von Thier- und Pflanzenzellen während der Theilung, ferner, wie zu sehen war, an den Nucleolen der Ciliaten während einer jeden Theilung, endlich auch während der Theilung oder Sprossenbildung in den Kernen zahlreicher Protisten auftreten. Obschon die physiologischen Aufgaben dieser zarten Fäden bisher unbekannt ist, so kann doch entschieden behauptet werden, dass dieselben Spermatozoiden gewiss nicht entsprechen, da doch eine Entstehung von Spermatozoiden in Zellkernen, namentlich in Kernen von eben erst befruchteten Eizellen nicht anzunehmen ist. Eine consequente Fortführung des Ideengangs müsste aber folgerichtig zu diesem paradoxen Schluss führen, da die «Samenkapseln» der Ciliaten und die Kernspindeln der sich zur Theilung anschickenden Zellen bis ins kleinste Detail übereinstimmen.

Nach alldem ist es klar, dass der Conjugationsprocess der Infusorien zu etwas ganz Anderem führen muss, als dies die verführerische Theorie von Balbiani lehrte, und man wird gewiss auch den Endproducten der Conjugation, den durch imaginäre Spermatozoiden befruchteten Eiern, deren Legen und weitere Entwickelung von Balbiani nicht direct beobachtet werden konnte, mit dem grössten Misstrauen begegnen.

In der That führten die von zwei Forschern, nämlich Bütschli[1] und Engelmann[2] beinahe gleichzeitig veröffentlichten neueren Untersuchungen zu dem Ergebniss, dass die Infusorien eben so wenig vor, als nach der Conjugation Eier produciren.

Bevor ich auf Grund unserer derzeitigen Kenntnisse ein Resumé über das Wesen des Conjugationsprocesses gebe, scheint es zweckmässig, die in den Hauptzügen übereinstimmenden, obschon in manchen Details recht abweichenden Ergebnisse der genannten zwei Forscher zur Erleichterung der Vergleichung gegenüberzustellen; als Beispiel diene das schon oben angeführte *Paramecium Aurelia*, sowie, von den Vorticellinen *Carchesium polypinum* und *Epistylis plicatilis*.

Bütschli (1876.)	Engelmann (1876.)
1. Paramecium Aurelia.	
a) Während der Syzygie.	
Der *n.* ist ursprünglich ein mit einer zarten Membran umgebener ovaler Körper und wird grösstentheils von einer dunkeln, granulirten, zuweilen deutlicher längsgestreiften Substanz gebildet, welche mit der Membran durch eine kleine helle, homogene Partie in Verbindung steht.	
Während der Conjugation beginnt der *n.* zu wachsen, die helle Partie schwillt an, und in derselben differenziren sich zarte Fasern, wodurch die granulirt-gestreifte dunkle Substanz wie an einem an der Membran fixirten Fadenbüschel zu hängen scheint. — Hierauf spitzt sich der beträchtlich angewachsene *n.* gegen beide Enden zu; der gleichfalls länger gewordene Fadenbündel aber neigt sich — da sich die Membran von demselben blos einseitig ab-	Der *n.* zerfällt unter beträchtlichem Anwachsen, und indem sein Brechungscoefficient kleiner wird, in zwei, dann vier, zuweilen acht gleiche Theile («Samenkapseln»), wobei die Substanz eine fibröse Structur annimmt.

[1] Entwickelungsvorgänge etc. ZWZ. XXV. (1875) 208.
[2] Studien etc.

[1] Studien etc. Abh. d. Senckenberg. Naturf. Gesellsch., X, 1876.
[2] Ueber Entwickelung etc. MJ. I. 1876.

Bütschli.	Engelmann.
hebt — der einen Biegung der Membran entsprechend zur Seite, und der ganze *n.* wird mehr-weniger spiralig gewunden (Vgl. BALBIANI). Der auf diese Weise veränderte *n.* theilt sich nicht unmittelbar, sondern wird zuerst wieder kleiner und eiförmig; auf dieser Phase wird die Substanz grösstentheils aus dunkeln Fasern gebildet, welche mittelst eines hellen Fadenbündels mit der Membran zusammenhängen. Vor Beginn der Theilung differenzirt sich auch hinter den dunkeln Fasern ein zarter Faserbündel, so dass der veränderte *n.* eine eiförmige Kapsel bildet, welche in der mittleren Zone aus Stäbchen ähnlichen stärkeren Fasern besteht, die an den beiden Enden in zarte, helle Fäden auslaufen: d. h. der *n.* entspricht ganz der mit einer gut entwickelten Kernplatte versehenen Kernspindel. — Hierauf wird die mittlere Zone dem Aequator entsprechend halbirt, und die entzwei getheilten Elemente der Kernplatte ziehen sich in die zwei Enden der Kapsel zurück, während sie in der Mittelzone durch zarte Fäden verbunden bleiben. Ist dies geschehen, so wird die Theilung auch äusserlich sichtbar; die Kapsel streckt sich in die Länge, und während ihr lang ausgezogenes Mittelstück, welches die zarten Fäden enthält, allmälig dünner wird, beginnen die stäbchenartige Elemente enthaltenden, dickern Enden keulenförmig anzuschwellen. Der die keulenförmigen Endtheile verbindende Faden wird immer dünner, bis er gänzlich durchreisst, worauf die beiden, auf diese Weise entstandenen Kapseln zu der vor der Theilung der Kapsel bestandenen Structur zurückkehren, d. h. wieder als dunkle faserige, von einem Punkt aus mit der Membran durch einen feinen Fadenbüschel verbundene Körper erscheinen. Indem die Theilung sich in der geschilderten Weise noch zweimal wiederholt, sind zu Ende der Conjugation acht längsgestreifte «Samenkapseln» vorhanden, deren Streifen aber Spermatozoiden gewiss nicht entsprechen.	
Ein gegenseitiger Austausch der Kapseln der conjugirten Paare ist nicht ausgeschlossen; die zur Klarstellung des Sachverhalts ausgeführten Untersuchungen ergaben aber kein bestimmtes Resultat.	Die Nucleolen werden vor oder nach der ersten-zweiten Theilung ausgetauscht; ihre Streifen sind aber keine Spermatozoiden.
Besondere Geschlechtsgänge und Oeffnungen sind nicht vorhanden.	Besondere Geschlechtsgänge und Oeffnungen sind nicht vorhanden.
Die am *N.* der conjugirten Paare beobachteten Veränderungen hat BALBIANI ganz genau beschrieben und die Beobachtungen von BÜTSCHLI bestätigen die Richtigkeit der BALBIANI'schen Angaben.	Was den *N.* betrifft, sind die BALBIANI'schen Untersuchungen vollkommen richtig.

b) Nach der Syzygie.

Bütschli.	Engelmann.
Der *N.* löst sich ganz in der von BALBIANI beobachteten und genau beschriebenen Weise in einen verschlungenen cylindrischen Strang auf und wird, wie der Kern gewisser Acinetinen, vielfach verzweigt, um schliesslich in überaus zahlreiche kugelige Stücke zu zerfallen, zwischen denen der Zusammenhang vollständig aufhört. Während dieser Zerstückelung bekommt die Kernsubstanz eine deutlich hervortretende streifig-faserige Structur, welche jedoch binnen Kurzem in eine gleich-	Der *N.* zerfällt in der von BALBIANI beschriebenen Weise in kleine kugelige Stücke. Während dieser Zerstückelung nimmt das Lichtbrechungsvermögen der *N.*-Substanz ab, und demgemäss der Wassergehalt wahrscheinlich zu. Aus den Theilen der zerstückelten *N.* werden, vielleicht einfach durch Wachsthum, oder durch Verschmelzen mehrerer kleiner Stückchen kugelige Körper gebildet, von welchen einige, von den Autoren Eier oder Keimkugeln genannt, rasch heran-

Bütschli.

mässige feine Granulirung der dunklen Substanz übergeht; an letzterer lässt eine Behandlung mit Essigsäure einen homogenen inneren Körper und eine granulirte äussere Schicht erkennen.

Die vordem noch scharf längsgestreiften acht Nucleoluskapseln zeigen schon zu Beginn der Zerstückelung des strangförmigen Kerns Veränderungen; dieselben werden abgerundet, und ihr längsgestreifter Inhalt verwandelt sich auf Zusatz von Essigsäure in eine gleichmässig fein granulirte, ziemlich dunkle Substanz. Dieser Zustand dauert bis zum vollständigen Zerfall des Kerns, wo dann, etwa einen Tag nach der Trennung der conjugirt gewesenen Paare, vier Kapseln zu grossen, hellen Kugeln anwachsen; diese sind nichts weiter als die von Balbiani für Eier, von Stein für Keimkugeln angesprochenen Gebilde. Diese hellen Kugeln sind von einer zarten Membran umgeben und lassen in der homogenen Substanz einen noch helleren Fleck, das von Balbiani und Kölliker für einen Keimfleck gehaltene Gebilde erkennen, welches durch Carmin und Fuchsin sich nicht färben lässt und einer Vacuole entsprechen dürfte. Häufig gelingt es neben diesen vier hellen Körpern auch noch die vier bedeutend kleiner gewordenen Nucleoluskapseln aufzufinden; diese stellen von den Kernstücken nur schwer zu unterscheidende, feingranulirte dunkle Kugeln vor. Häufiger sind Individuen, welche drei oder zwei geschrumpfte Nucleoluskapseln enthalten, endlich solche, in welchen keine Spur mehr der rückgebildeten Kapseln zu finden ist.

Engelmann.

wachsen. Durch wiederholte Verschmelzung wird die Zahl dieser Elemente stetig geringer, bis schliesslich durch Verschmelzung der letzten Stücke wieder ein einziger *N.* zu Stande kommt. Während dieses, jedenfalls einen oder mehrere Tage beanspruchenden Processes stellt sich die ursprüngliche physikalische und chemische Beschaffenheit der Kernsubstanz wieder her.

Bütschli.

Höchst wahrscheinlich werden die geschrumpften Kapseln aus dem Leib des Ciliaten eliminirt, dafür spricht wenigstens der Umstand, dass die Entleerung geschrumpfter Nucleoluskapseln bei mehreren Infusorien unmittelbar beobachtet werden konnte.

Stein giebt die Zahl der hellen Kugeln mit vier bis zwölf an; dem gegenüber hebt Bütschli entschieden hervor, gleich Balbiani und Kölliker, nie mehr als vier gesehen zu haben.

Drei bis vier Tage nach beendigter Conjugation zeigen zwei von den hellen Kugeln wesentliche Veränderungen. — Ihre Substanz wird grobgranulirt oder noch häufiger sehr auffallend gestreift, die Form länglich-oval oder spindelförmig: d. h. sie erhalten ganz das Aussehen der sich zur Theilung anschickenden gewöhnlichen Nucleolen. Inzwischen tritt in den zwei anderen hellen Kugeln, sowie in den Kernfragmenten eine dunkle Körnelung auf und ihre Substanz stimmt immer mehr mit der Substanz gewöhnlicher Kerne überein. Nachdem die Theilung der den Nucleolen ähnlichen Körper stattgefunden, enthalten die conjugirt gewesenen Paramecien zwei kernartige helle Körper, vier Nucleolen und mehrere Kernfragmente. — Aus solchen Individuen kommen die gewöhnlichen durch wiederholte Theilung zu Stande, welche schliesslich zu einer, mit einem *N.* und einem *n.* versehenen Nachkommenschaft führt.

Das Endergebniss des Conjugationsprocesses, welches von seinem Beginn bis zum Auftreten der Individuen mit einem *N.* und einem *n.* etwa

Engelmann.

Die Conjugation führt, kurz zusammengefasst, dahin, dass der alte *N.* in kleine Stücke zerfällt und sich aus diesen von Neuem

Bütschli.	Engelmann.
6—10 Tage in Anspruch nimmt, besteht demnach darin, dass der alte *N.* zerfällt und ganz neue Kerngebilde zur Entwickelung kommen, von welchen der *n.* aus einem Theilungsstück des alten *n.*, der neue *N.* aber sich wahrscheinlich nicht ausschliesslich aus der aus einem *n.*-Stück zu Stande gekommenen hellen Kugel, sondern vermuthlich aus diesem und aus einigen mit demselben verschmolzenen Bruchstücken des alten *N.* entwickelt. Uebrigens wäre es auch möglich, dass sich die Kernfragmente an der Bildung des neuen Kerns überhaupt nicht betheiligen, sondern, wie bei anderen Infusorien ausgeworfen werden; in diesem Fall dürfte sich der neue *N.* ganz aus einer jener hellen Kugeln entwickeln, welche selbst wieder aus einem Stück des *n.* entstanden ist.	aufbaut. Der neue *n.* entwickelt sich wahrscheinlich durch Abschnürung aus dem neuen *N.*
Die von Stein im vergrösserten *N.* beobachteten stäbchenförmigen Körper sind keine Spermatozoiden, sondern Parasiten; dasselbe steht auch von den von Stein beschriebenen acinetenförmigen Embryonen.	Stimmt mit den Ergebnissen von Bütschli, resp. Balbiani ganz überein.

2. *Carchesium polypinum und Epistylis plicatilis.**

Knospenförmige Conjugation.

Bütschli. Carchesium polypinum.	Engelmann. Epistylis plicatilis.
Die Kerne der Makrogonidien sowie auch der mit diesen verschmelzenden Mikrogonidien zerfallen in viele Theile. Nach beendigter Copulation können zwischen den Kernstücken zwei die Structur von Kernspindeln aufweisende, längsgestreifte spindelförmige Gebilde unterschieden werden. Ob sich diese, wie Balbiani behauptet, aus den getheilten Nucleolen der Mikrogonidien entwickelt haben, konnte nicht entschieden werden.	Zuerst zerfallen die Kerne der Mikrogonidien durch wiederholte Theilung in 12 bis 18 kleine Kügelchen von ziemlich starker Lichtbrechung. — Hierauf folgt die Theilung der Makrogonidienkerne in einige grössere Stücke, welche durch fortgesetzte Theilung 30 bis 35 Kügelchen zu Stande bringen; letztere mengen sich, nach dem Einschmelzen der Mikrogonidie unter die vorigen.
In einem späteren Stadium tritt neben den Kernfragmenten eine zwischen 7 bis 15 wechselnde Anzahl heller Kugeln auf, welche vermöge ihrer Grösse und Helligkeit von den kleineren, blassen, dunkleren Kernfragmenten scharf abstechen. Diese Kugeln lassen im Centrum ein ganz helles Bläschen, in diesem wieder ein kleines dunkles Körperchen, d. h. ein einem bläschenförmigen Kern ähnliches Gebilde erkennen. — Die Substanz trennt sich bei Behandlung mit Essigsäure in eine von einer zarten Membran begrenzte dunkle Corticalschicht und in eine, das soeben erwähnte Gebilde einschliessende, gleichfalls dunkle Binnensubstanz; letztere steht mit der Corticalschicht durch feine radiäre Fäden in Verbindung. Diese Körper sind, ohne Zweifel, mit den von Balbiani für Eier, von Stein aber bei den Kolonieen nicht bildenden Vorticellinen für Keimkugeln angesprochenen identisch. Die Entwickelung derselben konnte Bütschli zwar nicht unmittelbar beobachten, setzt aber, auf Grund von an anderen Infusorien angestellten Beobachtungen dennoch bestimmt voraus, dass dieselben sich aus den wiederholt getheilten Nucleolen entwickelt haben.	In diesem Zustand verharrt der Process ½ bis 1½ Tage lang unverändert; blos die Kernfragmente sind offenbar in Folge der Theilung zahlreicher und kleiner, die Substanz aber heller geworden. Hierauf beginnt die Neubildung der Kerne. 4—7 Kernfragmente trennen sich von den übrigen, wachsen rasch an, wahrscheinlich auf Kosten der übrigen Fragmente; wenigstens kann dies aus der stetigen Abnahme der kleinen Kernfragmente gefolgert werden. Diese grossen Kugeln — die von Balbiani für Eier, von Stein für Keimkugeln angesprochenen Gebilde — werden später gleichfalls weniger, indem dieselben nacheinander zu 4, 3, 2 ei- oder nierenförmigen kernartigen Körpern verschmelzen. Endlich verschmelzen auch die letzten zwei nierenförmigen Körper, womit der hufeisenförmige neue Kern fertig ist. Kernkörperchen sind nach Engelmann bei den Vorticellinen nicht vorhanden.

* Bei diesen zwei, Kolonieen bildenden Vorticellinen verläuft die knospenförmige Conjugation gewiss ohne wesentliche Unterschiede, so dass es wohl nichts an der Sache ändert, wenn sich die hier gegenübergestellten Beobachtungen der beiden Forscher auf, zwar zwei verschiedenen Gattungen angehörige, aber nahe verwandte Vorticellinen beziehen.

Bütschli. Carchesium polypinum.	Engelmann. Epistylis plicatilis.
Die helle Kugeln enthaltenden Carchesien theilen sich zu wiederholten Malen; da aber unter den Theilungshälften auch die Kugeln getheilt werden, so vermindert sich stetig ihre Zahl, bis die Reihe durch Individuen mit blos je einer hellen Kugel abgeschlossen wird. Diese Kugeln werden zuerst beträchtlich grösser — und entsprechen auf diesem Stadium den STEIN'schen Placenten — um schliesslich die regelmässige Hufeisenform der Kerne anzunehmen. Bereits auf dem Stadium, wo die zukünftigen Kerne noch grosse helle Kugeln («Placenten») bilden, können neben denselben *n.* unterschieden werden, — vielleicht nichts weiter als die nach BALBIANI unverändert bleibenden Nucleolen der Makrogonidien. Die Kernfragmente, welche sich in Folge der wiederholten Theilung der Mutter-Individuen an mehrere Theilungssprösslinge vertheilen, participiren am Aufbau der neuen Kerne nicht, sondern werden wahrscheinlich ausgeworfen.	

Aus obiger Zusammenstellung ist klar ersichtlich, dass durch die neueren Forschungen, so sehr auch die einzelnen Details abweichen mögen, bestimmt nachgewiesen wurde, dass bei der Conjugation der Infusorien weder befruchtete Eier, noch auch Embryonen gebildet werden. Demnach ist die Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien in der, in einer Richtung von BALBIANI, in der anderen von STEIN entwickelten Form, als endgiltig widerlegt zu betrachten.

Nach alldem tritt uns nun die Frage entgegen: worin denn eigentlich das Wesen und die Bedeutung des Conjugationsprocesses der Ciliaten liege? Auf diese Frage lässt sich auf Grund der derzeitigen Kenntnisse eine ziemlich befriedigende Antwort ertheilen, welche im folgenden Capitel besprochen werden soll.

Wesen und Bedeutung des Conjugationsprocesses der Infusorien.

Die aufgeworfene Frage wird von den zwei Forschern — von jedem auf Grund seiner eigenen Forschungen — in vollkommen übereinstimmendem Sinne beantwortet:

«Die Conjugation der Infusorien leitet nicht zu einer Fortpflanzung durch «Eier», «Embryonalkugeln» oder irgend welche andere Keime, sondern zu einem eigenthümlichen Entwickelungsprocess der conjugirten Individuen, den man als Reorganisation bezeichnen kann» (ENGELMANN).[1]

«Die Bedeutung des Conjugationsactes ist eine Verjüngung der ihn begehenden Thiere» (BÜTSCHLI).[2]

Die an den Kerngebilden am auffallendsten hervortretende Reorganisation oder Verjüngung bleibt wahrscheinlich in keinem einzigen Fall blos auf die Kerngebilde beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf andere Körpertheile. — Sichere Beispiele einer totalen Reorganisation, einer wirklichen Verjüngung oder *Umprägung* des ganzen Körpers bieten, wie ENGELMANN sagt,[3] die *Euplotinen* und *Oxytrichinen*, bei welchen sich während der Conjugation — wie weiter oben zu sehen war — im Rahmen des alten Individuums ein ganz neues entwickelt. Das alte Individuum liefert dem neuen das Material und zugleich das Terrain zum Aufbau. — Bei anderen Arten scheint nach den bisherigen Untersuchungen die Reorganisation nur eine partielle zu sein, doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass die totale Reorganisation auch bei diesen noch nachgewiesen werden wird.

Dass eine vollständige Reorganisation des Organismus auch bei solchen Ciliaten stattfindet, bei welchen dieser Process unter minder auffallenden Veränderungen verläuft, als bei den Oxytrichinen und Euplotinen, dafür spricht die von ENGELMANN bei den *Paramecien* beobachtete Neubildung des ganzen Wimpersystems,[4] ferner die bereits erwähnte

[1] Diss. cit., 628.
[2] Op. cit., 420.
[3] Op. cit.
[4] Diss. cit., 629.

Beobachtung von BÜTSCHLI, dass bei *Bursaria truncatella* und *Colpidium Colpoda* der Mund während der Conjugation gänzlich verschwindet und nach Ablauf der Conjugation neugebildet wird. Nach eigenen Untersuchungen kann ich noch hinzufügen, dass ich auch die stäbchenförmigen Körperchen der *Paramecien* sowie von *Litonotus Fascicola* nach der Conjugation sich neubilden sah.[1]

Für die Reorganisation des Plasmaleibes selbst liegt der Beweis in dem Verschwinden der aus Reservematerial bestehenden Brocken, sowie in einer bei zahlreichen Infusorien während der Conjugation zu beobachtenden Anhäufung jener stark lichtbrechenden Körnchen, welche wahrscheinlich Zersetzungsproducten entsprechen, und von BÜTSCHLI wohl mit Recht mit dem während der Conjugation wesentlich gesteigerten Stoffwechsel oder Stoffverbrauch in Verbindung gebracht wurden.

Dass die totale Reorganisation nicht bei allen Infusorien so leicht zu erkennen ist, wie bei den *Oxytrichinen* und *Euplotinen*, dürfte, meiner Auffassung nach, theils darin seine Erklärung finden, dass die übrigen Infusorien kein so hoch differenzirtes Ciliensystem, an dem die Neubildung eben am meisten auffällt, aufzuweisen haben; anderseits aber auch darin, dass einzelne Phasen der Reorganisation, welche mehrere Tage beansprucht, erst nach beendigter Conjugation an den bereits wieder getrennten Individuen auftreten. So sah z. B. BÜTSCHLI bei *Colpidium Colpoda* den während der Conjugation rückgebildeten Mund erst 7 Tage nach der Trennung wieder auftreten;[2] hier hatte also der ganze Verjüngungsprocess — wenn wir für die Conjugation selbst 1—2 Tage annehmen — 8 bis 9 Tage beansprucht, und auch die einzelnen Phasen der Reorganisation waren auf diese verhältnissmässig lange Zeit vertheilt, und in Folge dessen war es unmöglich, dieselben Schritt für Schritt zu verfolgen und vom ganzen Verlauf des Verjüngungsprocesses ein zusammenhängendes Bild zu gewinnen.

Die auffallendsten Erscheinungen der Reorganisation zeigen sich an den Kerngebilden.

Die Art und Weise, wie die Reorganisation der Kerngebilde verläuft, kann beim heutigen Stand unserer Kenntnisse nicht als endgiltig festgestellt angenommen werden. Wie aus obigen Beispielen ersichtlich sein dürfte, haben die beiden competentesten Autoren, ENGELMANN und BÜTSCHLI, diesbezüglich in wesentlichen Punkten abweichende Anschauungen. Während nämlich beide Forscher hinsichtlich des fundamentalen Satzes einig sind, dass aus den, in mehr-weniger Stücke getheilten Kernen weder Eier, noch Keimkugeln zu Stande kommen, und dass die längsgestreiften Theilstücke der Nucleolen keinen Samenkapseln entsprechen, und endlich, dass sich an die Stelle der alten Kerngebilde neue entwickeln: weichen sie betreffs der Art und Weise, wie die Kerngebilde neugebildet werden, wesentlich von einander ab.

Die Ansicht der beiden Forscher über die Reorganisation der Kerngebilde lässt sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen.

Engelmann.*	Bütschli.**
Der *N.* zerfällt in 2 *(Euplotes)*, oder 4 *(Oxytrichina)*, oder gar sehr viele Theile *(Paramecium)*.	Der *N.* bleibt in manchen Fällen *(bei Paramecium Bursaria, Chilodon Cucullulus, Colpidium Colpoda, Blepharisma lateritia)* ungetheilt, wird aber zumeist in einige wenige oder in sehr viele Theile zerstückelt.
Auch der einzige, oder in Mehrzahl vorhandene *n.* zerfällt in zwei bis vier, selten *(Paramecium Aurelia)* in acht längsgestreifte Stücke, welche wahrscheinlich gegenseitig ausgetauscht werden und, obschon die Streifen keinen Spermatozoiden entsprechen, dennoch wahrscheinlich einen befruchtenden Einfluss auf die Kernstücke ausüben, worauf sie dann verschwinden.	Der einzige, oder in Mehrzahl vorhandene *n.* zerfällt in 2 bis 8 Stücke, welche während der Theilung, die für in Theilung begriffene Kerne charakteristische Kernspindel-Structur annehmen, und welche vielleicht gegenseitig ausgetauscht werden.
Aus diesen (oder mindestens an ihrer Stelle) entwickelt sich entweder eine helle Kugel, welche heranwachsend dem von STEIN als Placenta bezeichneten Gebilde entspricht *(Oxytri-*	Bei der Bildung des neuen *N.* kommt den Nucleolen die wichtigste Rolle zu. Der ungetheilte alte *N.* wird häufig gänzlich ausgestossen *(Colpidium, Chilodon, Glaucoma, Blepharisma)*, oder verwächst *(Paramecium Bur-*

* Untersucht wurden folgende Infusorien: *Paramecium Aurelia, P. Bursaria, P. ambiguum, Stylonychia Mytilus, St. pustulata, St. Histrio, Pleurotricha lanceolata, Euplotes Charon, Vorticella microstoma, Epistylis plicatilis.*

** Untersucht wurden folgende Infusorien: *Paramecium Aurelia, P. putrinum, P. Bursaria, Cyrtostomum leucas, Colpidium Colpoda, Glaucoma scintillans, Blepharisma lateritia, Chilodon Cucullulus, Condylostoma Vorticella, Bursaria truncatella, Stylonychia Mytilus, St. pustulata, Euplotes Charon, Vorticella Campanula, Carchesium polypinum.*

[1] Természetrajzi füz. II. (1878) 229.

[2] Studien, 313.

Engelmann.	Bütschli.
chinen, Euplotes) und sich später in einen normalen Kern umwandelt; oder mehrere Kernstücke wachsen zu hellen Kugeln an, welche schliesslich zu einem einzigen neuen Kern verschmelzen *(Paramecien).* Der oder die neuen Nucleolen bilden sich wahrscheinlich durch Abschnürung aus dem neuen *N.* Bei den *Oxytrichinen* und *Euplotes* treten neben der Placenta 3—7 stark lichtbrechende Kugeln auf, welche später wieder verschwinden und wahrscheinlich in allen Fällen durch die Afteröffnung entleert werden; dies wurde wenigstens bei *Stylonychia Histrio* beobachtet. Diese stark lichtbrechenden Kugeln scheinen mit den im Plasma sich anhäufenden kleinen Schöllchen von gleicher Natur, und weder Eiern, noch Keimkugeln entsprechende ganz leblose Massen zu sein.	*saria)* mit einer, durch Verschmelzung zweier *n.*-Theile entstandenen hellen Kugel und wird zum neuen Kern. Ein Theil der Fragmente des in mehrere Stücke zerfallenen *N.* verschmilzt mit einem der zu hellen Kugeln umgewandelten *n.*-Fragmente, und wird zum neuen Kern; oder es werden sämmtliche *N.*-Fragmente ausgestossen, wo sich dann der neue *N.* aus einem der *n.*-Fragmente bildet; letzteres, nämlich dass der neue *N.* ausschliesslich aus einem *n.*-Stück hervorgeht, wird auch dann der Fall sein, wenn der ungetheilt gebliebene alte *N.* gänzlich ausgestossen wurde. Der neue *n.* entwickelt sich stets aus einem *n.*-Fragment. Die nicht aufgebrauchten Stücke von *N.* und *n.* werden ausgestossen, entsprechen aber weder Eiern, noch Keimen, sondern sind leblose Massen. Da der neue *N.* sich ganz, oder zum Theil aus dem *n.* entwickelt, ist letzterer der *primäre*, jener aber der *secundäre* Kern.
Die *Vorticellinen* haben kein *n.* Die Reorganisation des *N.* erfolgt hier, von untergeordneten Details abgesehen, ganz in der weiter oben bei *Epistylis plicatilis* geschilderten Weise.	Auch die *Vorticellinen* haben einen *n.* Die Reorganisation der Kerngebilde erfolgt hier, von untergeordneten Details abgesehen, ganz in der weiter oben bei *Carchesium polypinum* geschilderten Weise.

Wie aus diesen Forschungsergebnissen ersichtlich, handelt es sich gar nicht mehr darum, ob Eier oder Keimkugeln und Embryonen gebildet werden, und welche die eigentlichen Spermatozoiden sind? Diese Fragen müssen als endgiltig gelöst betrachtet werden; dagegen erheischen die Details des durch die Conjugation eingeleiteten Reorganisationsprocesses, oder der Wiedergeburt, namentlich aber die genaue Kenntniss der Reorganisation der Kerngebilde — trotz der werthvollen Untersuchungen von Engelmann, und besonders von Bütschli — noch weitere eingehende Studien. Nur diese werden schliesslich zu dem Standpunkt führen, von welchem aus die von Balbiani etwas vorzeitig verkündeten Worte des Dichters: E t n u n c h i s t o r i a e s t, q u o d r a t i o a n t e f u i t! mit Berechtigung können ausgesprochen werden.

Nach all dem Vorgetragenen erheischen noch folgende Fragen eine kurze Erörterung:

1. W o d u r c h w i r d d i e V e r j ü n g u n g d e r O r g a n i s a t i o n d e r c o n j u g i r t e n I n f u s o r i e n e i n g e l e i t e t?

2. W e l c h e n E i n f l u s s ü b t d i e C o n j u g a t i o n a u f d i e F o r t p f l a n z u n g d e r I n f u s o r i e n?

3. I n w e l c h e r B e z i e h u n g s t e h t d i e C o n j u g a t i o n d e r I n f u s o r i e n z u d e r v o n a n d e r e n n i e d e r e n O r g a n i s m e n, s o w i e z u r B e f r u c h t u n g d e r E i z e l l e?

Was die erste Frage betrifft, so kann es — meiner Ansicht nach — keinem Zweifel unterliegen, dass der Verjüngungsprocess durch einen gegenseitigen Austausch von Substanztheilchen der conjugirten Individuen eingeleitet wird. Für diesen Austausch von Substanztheilchen sind die von Balbiani vermutheten besonderen Geschlechtsgänge allerdings nicht vorhanden; allein sie sind auch durchaus nicht nothwendig, da die conjugirten Paare mit den sich berührenden Körpertheilen verwachsen, welche Verwachsung, wie oben hervorgehoben wurde, bei den *Stylonychien* gelegentlich, bei der zwischen gleichgrossen Individuen stattfindenden Conjugation der *Vorticellinen* aber constant zu einer totalen Copulation, bei der knospenförmigen Conjugation endlich zu einem totalen Aufgehen der Mikrogonidien in den Makrogonien führt. In letzterem Fall, welcher gleichsam den Superlativ der Conjugation vorstellt, ist die Vermischung der Körpersubstanzen ganz unverkennbar, während im ersteren Fall der gegenseitige Austausch wohl nur — aber mit vollem Recht — angenommen werden kann. Der von Balbiani behauptete, von Engelmann und Bütschli aber für wahrscheinlich erachtete Austausch der durch wiederholte Theilung und Umwandlung der Nucleolen hervorgegangenen sogen. «Samenkapseln» muss derzeit noch für eine offene Frage angesehen werden. Würden die Nucleoluskapseln, wie Engelmann vermuthet, wirklich ausgetauscht, die neuen Kern-

gebilde aber sich aus den Fragmenten der alten Kerne bilden: so dürfte wohl die grösste Wahrscheinlichkeit dafür sprechen, dass die Reorganisation der Kerngebilde einer, von der aus dem anderen Individuum stammenden Nucleoluskapsel auf die zerfallenen Kernpartieen ausgeübten Einwirkung zuzuschreiben sei.[1] Indessen stehen die Untersuchungen von BÜTSCHLI — wie aus Obigem hervorgeht — mit dieser Auffassung in entschiedenem Widerspruch.

Zieht man alles Gesagte in Erwägung, so kann beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse nicht mehr behauptet werden, als dass während der Conjugation eine eigenthümliche Art der Befruchtung vor sich geht, welche zu einer Reorganisation oder Verjüngung der Paare führt; jene Elemente aber, welche diese Art von Befruchtung bewirken, zur Reorganisation den Anstoss geben, sind unbekannt.

Was die zweite Frage, das heisst **den Einfluss betrifft, welchen die Conjugation auf die Fortpflanzung der Infusorien ausübt,** kann beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse folgende Antwort ertheilt werden:

Bei den Infusorien ist blos eine Fortpflanzungsart, nämlich die Theilung bekannt; denn die Knospenbildung ist nur eine besondere Art der Theilung. Auch die Conjugation führt zu keiner anderen Art von Fortpflanzung, sondern auch nur zur Theilung. Da nun sämmtliche Forscher darin einig sind, dass die in Folge der Conjugation verjüngten Infusorien sich gleichsam mit erneuerter Energie zur Theilung anschicken: so ist es nicht zu verkennen, dass der wesentliche Einfluss der Conjugation auf die Fortpflanzung darin zu suchen sei, dass die erschöpfte Fortpflanzungsenergie durch die von ihr angeregte Verjüngung geweckt wird.

Wie bereits von CLAPARÈDE und LACHMANN[2] betont und von allen neueren Forschern bestätigt wurde, tritt die Conjugation bei den Infusorien gleichsam epidemisch, das heisst stets gleichzeitig bei sehr vielen Individuen auf. Da nun durch die Conjugation, wie soeben erwähnt wurde, eine Potenzirung der Fortpflanzungsenergie in den verjüngten Infusorien herbeigeführt wird, wirft sich hier die neue Frage auf: **wodurch wohl die epidemische, gleichzeitig bei sehr zahlreichen Infusorien eintretende Erschöpfung der Fortpflanzungsenergie verursacht sein mag?**

Nach BALBIANI[1] bildet die Conjugation im Leben aller zu einem Entwickelungscyclus gehörigen Infusorien, welche sich mehrere Generationen hindurch durch Theilung fortpflanzten, eine den Cyclus abschliessende und gleichzeitig einen neuen Cyclus eröffnende Epoche. Nach ihm sollten im Leben der Infusorien die sich ungeschlechtlich fortpflanzenden Generationen mit strenger Gesetzmässigkeit von der sich conjugirenden, geschlechtlichen Generation abgelöst werden, deren meist kleine Individuen nicht junge, sondern im Gegentheil die Aeltesten vorstellen.

Dem gegenüber wäre nach STEIN der die Conjugation der Infusorien herbeiführende Impuls gänzlich unbekannt, so viel aber gewiss, dass die geschlechtliche Fortpflanzung bei den Infusorien auf den verschiedensten Entwickelungsstufen eintreten kann und an derselben Localität gleichzeitig stets an sehr vielen Individuen beobachtet wird. Ferner bildet die geschlechtliche Fortpflanzung — wie STEIN fortfährt — bei den meisten Infusorien nicht, wie bei allen höheren Thieren, das Endziel der Entwickelung, sondern kann auf jeder beliebigen Entwickelungsstufe auftreten.[2]

Beim Studium der knospenförmigen Conjugation von *Vorticella nebulifera* fand EVERTS, dass die Conjugation von der Verdunstung und dem Wassermangel bedingt sei.[3]

Die Richtigkeit dieser Behauptung konnte BÜTSCHLI nicht bestätigen, auch gelangte er durch Versuche mit anderen äusseren Einflüssen, namentlich bei Anwendung verschiedener Beleuchtung zu keinem sicheren Resultat.[4] Dagegen schienen ihm einzelne, namentlich die an *Paramecium putrinum* angestellten Untersuchungen die BALBIANI'sche Auffassung zu bestätigen. Einige conjugirte Paare — sagt BÜTSCHLI[5] — wurden am 9. November isolirt. Am nächsten Tag sah man dieselben sich trennen und rasch vergrössern, so dass schon am 11. November zahlreiche Exemplare die maximale Grösse erreicht

[1] ENGELMANN, diss. cit. 630.
[2] Études, III. 230.

[1] Observations et expériences sur les phénomènes sexuelles des Infusoires. CR. Tome 50. (1860) 1191—95.
[2] Der Org. II. 48—49.
[3] Untersuchungen an Vorticella nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873) 610.
[4] Studien 269.
[5] Op. cit. 270.

hatten. Nach einigen Tagen wimmelte das Wasser buchstäblich von zahllosen Paramecien. Am 14. Tag trat die Conjugation massenhaft auf. Aufs neue wurden vier solche Paare isolirt, deren Nachkommen sich am 27. November zu conjugiren anfingen. In allen Fällen bestanden die Syzygieen aus kleinen Individuen.

Diese Beobachtungen sprechen in der That für eine regelmässige Periodicität der Conjugation, also für die BALBIANI'sche Auffassung. Dagegen wäre das aus inneren Ursachen erfolgende Eintreten der Conjugationsepidemieen, wie BÜTSCHLI bemerkt, nur dann verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die Bewohner einer Infusion in den meisten Fällen nur von wenigen Ahnen abstammen, dass sich mithin in einer jeden reichbelebten Infusion stets zahlreiche auf der nämlichen genealogischen Stufe stehende Individuen befinden, in welchen dann auch die von den Ahnen ererbten Eigenschaften gleichzeitig zur Geltung kommen müssen.

Meinerseits hege ich nicht den geringsten Zweifel, dass es in erster Reihe innere Ursachen sind, welche die Fortpflanzungsenergie erschöpfen und die Infusorien zur Conjugationnöthigen; ich möchte aber durchaus nicht bezweifeln, dass auch unbekannte äussere Ursachen zu einer Erschöpfung der Fortpflanzungsenergie führen, die Entwickelung einer Conjugationsepidemie aber beschleunigen können.

Möge nun die Conjugationsepidemie durch innere Ursachen allein oder im Bund mit äusseren, beschleunigenden Ursachen herbeigeführt werden: soviel scheint gewiss, dass sich das Vermögen der Infusorien, sich durch Theilung fortzupflanzen, blos auf eine unbekannte Zahl von Generationen beschränkt; diesen folgen zumeist zwerghaft gewordene und demnach in Ernährung und Wachsthum geschwächte Nachkommen, welche ihre erschöpfte Theilungsenergie durch die während der Conjugation stattfindende Verjüngung wieder herstellen.

Was die alten griechischen Philosophen über die Palingenese, die Verjüngung der alt gewordenen Welt lehrten, das trifft bei den Infusorien thatsächlich ein; so wie sich nach jener Hypothese aus dem Chaos des in Trümmer gefallenen Weltkörpers eine jüngere und vollkommenere Welt aufbaut: so baut sich auch aus dem während der Conjugation in Trümmer fallenden Infusorienkörper ein jugendlicher, kräftiger neuer Organismus auf, welcher durch Theilung wieder eine ganze Reihe von Generationen zu erzeugen vermag; wie der mythische Phoenix, so gebären sich auch die alt gewordenen Infusorien wieder neu.

Die dritte Frage (in welcher Beziehung steht die Conjugation der Infusorien zu der von anderen niederen Organismen, sowie zur Befruchtung der Eizelle?) lässt, was ihren ersten Theil betrifft, nur einen Vergleich mit den niederen Algen (die grünen Flagellaten mitgerechnet) und Pilzen zu; unter den ersteren finden sich Analogieen bei den Zoosporeen, den Conjugaten und, was BÜTSCHLI mit Recht besonders hervorhebt,[1] bei den Diatomeen. Bei den übrigen Gruppen der thierischen Protisten ist theils die Conjugation noch viel zu unvollständig bekannt, als dass sie hier Berücksichtigung verdiente, theils führt sie, namentlich bei den Gregarinen, zu ganz anderen Ergebnissen und kann aus diesem Grund nicht berücksichtigt werden.

Ein Blick auf die Conjugation der niederen Algen und Pilze zeigt uns zunächst eine Uebereinstimmung mit den Ciliaten hinsichtlich der gesteigerten Fortpflanzungsenergie, sowie darin, dass die Conjugation auch bei den Algen und Pilzen einen Cyclus sich durch Theilung fortpflanzender Generationen abschliesst und einen neuen eröffnet. Während aber bei Algen und Pilzen zwischen den zwei Fortpflanzungscyclen offenbar in allen Fällen eine Unterbrechung durch den Ruhezustand der Zygosporen eintritt: bedürfen die Ciliaten vor Neubeginn der Fortpflanzung dieser Ruhezeit nicht. Dies ist einer der Hauptunterschiede zwischen der Conjugation der Algen und Pilze und der der Ciliaten.

Dass die Conjugation bei Algen und Pilzen in der Regel mit einer Copulation abschliesst, kann nicht als wesentlicher Unterschied gelten; bildet ja doch auch bei den *Acinetinen*, den *Vorticellinen* und häufig auch bei den *Stylonychien* und vielleicht auch bei anderen Ciliaten ein totales Verschmelzen den Abschluss der Conjugation; anderseits verschmelzen die Kerne der beiden Zellen, wie die Untersuchungen von SCHMITZ über Spirogyra[2] beweisen, auch bei den Algen in der nämlichen Weise, wie bei den Ciliaten. Demnach erstreckt sich die vollkom-

[1] Studien. 423.

[2] Bonner Sitzungsber. 4. Aug. 1879. 23. — Vgl. BERTHOLD, Befruchtungsvorgänge bei den Algen. Biolog. Centralbl. I. Nr. 12. (1881) 357.

mene Uebereinstimmung der Copulation der Algen und Ciliaten auch noch auf ein wichtiges Detail. Dem gegenüber ist zu beachten, dass nach den Untersuchungen von PFITZNER[1] bei gewissen Diatomeen, namentlich den Naviculaceen und Gomphonemeen die Plasmaleiber den conjugirten Paare nicht verschmelzen, sondern getrennt bleiben und sich zu Auxosporen entwickeln; hier wiederholt sich also das bei den Ciliaten bestehende gewöhnliche Verhalten.

Auch für die knospenförmige Conjugation der *Vorticellinen* findet sich bei den Algen, namentlich den Conjugaten ein analoger Vorgang, — selbst wenn man von der durch kleine männliche Zellen oder Spermatozoiden bewirkten Befruchtung (z. B. *Volvox)* gänzlich absehen will. Schon bei Spirogyra ist gleichsam der functionelle Unterschied zwischen den zwei gleich grossen Zellen ausgedrückt; die eine verbleibt auf der Stelle, während die andere sich nähert und in der ersten aufgeht. Bei Sirogonium ist der Functionsunterschied zwischen den verschmelzenden Zellen noch grösser, und beeinflusst bereits auch die Grösse der zwei Zellen. Nach DE BARY[2] legen sich bei dieser Alge je zwei gleiche Zellen knieförmig gebogen aneinander, worauf beide ihren Inhalt theilen, indem sich von der einen eine, von der anderen zwei sterile Zellen abschnüren. Erst nach dieser Theilung wird die Zellmembran resorbirt, und es zieht sich hierauf die kleinere Zelle zur grösseren hinüber, um in dieser aufzugehen. Auch hier wird also eine kleinere Zelle (Mikrogonidium) von einer grösseren (Makrogonidium) aufgenommen, wie bei der knospenförmigen Conjugation der Vorticellinen.

Bei den Ciliaten führt die Conjugation, wie wir sahen, zu einer sehr auffallenden Verjüngung oder Regeneration des Organismus, und es fragt sich nun, ob die Conjugation auch bei den Algen zu einer solchen Verjüngung führt? Diese Frage kann, meines Erachtens, entschieden bejaht werden. Die Reorganisation wird schon dadurch bedingt, dass sich aus zwei Zellen eine einzige bildet, — ein sonst ganz unverständlicher Vorgang, wenn nicht vorausgesetzt wird, dass die Organisation der zwei Zellen zu Grunde geht, und aus den Trümmern derselben eine neue Zelle sich aufbaut. Anderseits kann und muss man in den Farbenveränderungen des Chlorophylls der Zygospore und in dem Wiederkehren der grünen Farbe nach der Ruhezeit, mit welchem die Lösung der in der Spore eingelagerten Reservestoffe einhergeht, untrügliche Zeichen einer Reorganisation erblicken.

Indessen ist bei der Reorganisation der Algen-Zygosporen ein Element nicht vorhanden, und das ist der Nucleolus, welcher — vorausgesetzt, dass homologe Gebilde bei den conjugirten Algenzellen nicht vorkommen — als eine speciellste Differenzirung der (mit Mund versehenen) Ciliaten angesehen werden muss.

Uebergehend auf den zweiten Theil der Frage (in welcher Beziehung steht die Conjugation der Infusorien zur Befruchtung der Eizelle?), muss zunächst constatirt werden, dass auch der Befruchtungsprocess der Eizelle seinem Wesen nach — wie bei den meisten einzelligen Organismen, und wenigstens bei einem Theil der Ciliaten — zu einer Verschmelzung zweier Zellen, einer relativ riesigen und einer zwerghaften, sowie zu einer durch Theilung erfolgenden raschen Fortpflanzung jener neuen Zelle führt, welche ihre Entstehung der Copulation zweier, für sich einer Fortpflanzung unfähiger Zellen verdankte. Dass die durch wiederholte Theilung der befruchteten Eizelle zu Stande gekommenen Zellengenerationen später gewisse gesetzmässige Form- und Structurveränderungen erleiden, und in einem polymorphen Zellstaat vereinigt bleiben, anstatt, wie die übereinstimmend organisirten Theilungssprösslinge der einzelligen Protisten getrennt zu leben oder höchstens in sehr einfachen Kolonieen beisammen zu bleiben, in welchen die einzelnen Individuen trotz des Zusammenhanges mit den übrigen ihre Selbstständigkeit und ihre besondere Individualität vollkommen bewahren: das kann uns nicht hindern, die Befruchtung der Eizelle und die Conjugation der Protisten, ihrem Wesen nach, für identische Processe zu halten.

Dass die Conjugation der Protisten und die Befruchtung der Eizelle nur für Modificationen eines und desselben physiologischen Processes zu halten sind, dafür liefern die *Volvocineen* das überzeugendste Beispiel, indem sich bei *Pandorina Morum* zwei Schwärmzellen von gleicher Grösse, bei der

[1] HANSTEIN's Abh. Bd. I. 2. p. 70. — Vgl. BERTHOLD, diss. cit. 358.

[2] Conjugation. Leipzig. 1858. — Vgl. BERTHOLD, diss. cit. 356.

Gattung *Volvox* aber eine unbewegliche Riesenzelle mit einer zwerghaften Schwärmzelle conjugiren; bei ersteren ist die Conjugation als wahre Conjugation, bei letzteren als wahre Befruchtung aufzufassen.

Auch die bei den Ciliaten häufigste Art der Conjugation, welche zu keinem Verschmelzen der conjugirten Paare, sondern blos zum gegenseitigen Austausch gewisser Theile der Körpersubstanz führt, kann nicht als Motiv gelten, auf Grund dessen diese Art der Conjugation als ein, von dem totalen Verschmelzen, und folglich auch von der Befruchtung wesentlich verschiedener physiologischer Process müsste angesehen werden; findet ja doch die Conjugation auch bei zahlreichen Ciliaten, namentlich den *Acinetinen* und *Vorticellinen* mit einem totalen Verschmelzen ihren Abschluss, ja bei den *Stylonychien* führt sogar die Conjugation — wie wir sahen — bald zu einem totalen Verschmelzen, bald aber zu einer späteren Trennung der während der Conjugation verjüngten Paare. Meines Dafürhaltens dürfte sich diese Art von Conjugation, welche — wie erwähnt — auch bei gewissen Diatomeen beobachtet wurde und ganz den Stempel einer Begattung an sich trägt, erst secundär im Kampfe ums Dasein aus der gänzlichen Verschmelzung (Copulation) zweier Individuen entwickelt haben. Um das eigentliche Ziel zu erreichen, nämlich die erschöpfte Fortpflanzungsenergie zu beleben und die Fruchtbarkeit der Art zu erhöhen, dazu bietet sich ein gewiss kürzerer und mehr ökonomischer Weg, wie es die Copulation ist, in jener Modification, bei welcher blos die zur Verjüngung unbedingt nöthigen Substanzen ausgetauscht, und gleichzeitig zwei zu gesteigerter Fortpflanzung befähigte Individuen producirt werden. Bei einem Theil der Ciliaten ist nun diese Modification eingetreten und hat sich als vortheilhaft eben so stabilisirt, wie bei anderen Protisten und bei sämmtlichen Thieren die Copulation der verschieden grossen Zellen, d. h. die Befruchtung der grossen weiblichen Zelle durch die kleine männliche; ohne Zweifel hat sich auch dieser Process aus der einfachsten und ursprünglichen Art geschlechtlicher Fortpflanzung, nämlich aus der Copulation von gleich grossen Zellen erst secundär entwickelt.

Ein dem, bei den Ciliaten während und nach der Conjugation verlaufenden Reconstructionsprocess entsprechender Vorgang spielt sich auch in der Eizelle ab. Die von AUERBACH, BÜTSCHLI, OSCAR HERTWIG, SELENKA, FOL und mehreren anderen Forschern über die Befruchtung der Eizelle und deren Vorbereitungen zur Furchung angestellten wichtigen Untersuchungen führten alle zu dem Ergebniss, dass die Eizelle vor, während und nach der Befruchtung in der That der Schauplatz eines Reorganisationsprocesses ist, welcher lebhaft an die bei den Ciliaten während und nach der Conjugation vor sich gehende Reorganisation und Verjüngung erinnert. Der alte Kern verändert seine Structur, wird in eine Kernspindel umgewandelt, worauf ein Theil — wie bei den Ciliaten die unverbrauchten Stücke der Kerngebilde oder der ganze alte Kern — in der Form von 1—2 *Richtkörperchen* ausgestossen wird; aus dem Kern aber wird schliesslich eine homogene Kugel, der sogen. *weibliche Pronucleus.* Inzwischen hat die ursprüngliche Anordnung der Dotterkörperchen eine wiederholte Veränderung erlitten, was das Auftauchen und Wiederverschwinden der sogen. *karyolytischen Sonnen-* oder *Sternfiguren* unzweifelhaft beweist. Das Endergebniss der Reorganisation besteht auch hier in einer Erneuerung des Kerns der zur Theilung sich anschickenden Zelle, was in der Weise geschieht, dass der, aus der in das Ei eingedrungenen, befruchtenden, Zelle gebildete sogen. *männliche Pronucleus* mit dem weiblichen Pronucleus zum *Furchungskern* verschmilzt.

Bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse von der Befruchtung spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die verjüngten Kerngebilde der Ciliaten, den Furchungskernen gleich, durch Verschmelzung zweier Kerne oder Nucleolen entstehen. Zieht man in Erwägung, dass nach BALBIANI und ENGELMANN die aus den getheilten Nucleolen der conjugirten Infusorien entstandenen Kapseln, die sogenannten «Samenkapseln» während der Conjugation gegenseitig ausgetauscht werden, was mit Bezug auf die *Paramecien* auch BÜTSCHLI für wahrscheinlich hält; wenn man weiterhin erwägt, dass nach ENGELMANN die Nucleoluskapseln auf die Kernfragmente befruchtend einwirken, so dass aus letzteren ein neuer Kern entsteht, und dass sich, nach BÜTSCHLI, bei *Paramecium Bursaria* der neue Kern durch Verschmelzen einer Nucleoluskapsel mit dem alten Kern bildet: so erscheint die Ansicht von OSCAR HERTWIG, wonach während der Conjugation der Kern der Ciliaten die Rolle des weiblichen, der Nucleolus

aber, resp. die aus dem anderen Individuum der Syzygie herübergewanderte Nucleoluskapsel die Rolle eines männlichen Pronucleus spielt, sehr wahrscheinlich.[1]

Ob diese Ansicht richtig oder zu verwerfen ist, hierauf, wie auf so viele fraglichen Punkte in der Morphologie und Physiologie der Protisten sind fernere Untersuchungen berufen eine entschiedene Antwort zu ertheilen. — Unabsehbar erstreckt sich das noch unbekannte Gebiet, unbegrenzt erscheinen die der Forschung noch offen stehenden Gefilde, von welchen sich noch Manche ihre Lorbeeren pflücken können und werden!

[1] Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. I. (1875) 386. Anm. a.

AZ IRODALOM JEGYZÉKE.

(LITERATUR-VERZEICHNISS.)

Ebben a jegyzékben csak azokat a munkákat foglaltam össze, melyeket eredetiben s közvetetlenűl volt alkalmam tanulmányozhatni; azokat a dolgozatokat, melyeknek adatait más szerzők után vettem át, a maguk helyén s az illető forrás pontos megjelölésével idéztem; mellőzendőknek tartottam továbbá azoknak a nem csekély számú gyűjtőmunkáknak, kézikönyveknek stb. a fölvételét, melyeket munkám folyamában felhasználtam, s melyek az illető helyeken szintén pontosan idézvék.

A többször idézett folyóiratok czímeinél a következő rövidítésekkel éltem:

In dieses Verzeichniss wurden blos solche Werke aufgenommen, welche ich im Originale und unmittelbar studiren Gelegenheit hatte; Arbeiten, deren Angaben ich aus anderen Autoren übernahm, finden sich am betreffenden Ort, mit genauem Quellennachweis citirt. Ferner hielt ich die Aufnahme jener Sammelwerke, Handbücher u. s. w. von nicht geringer Anzahl für entbehrlich, deren ich mich zu vorliegender Arbeit bediente, und welche an den betreffenden Orten gleichfalls genau citirt sind.

Die bei den Titeln wiederholt citirter Zeitschriften angewendeten Abkürzungen haben folgende Bedeutung:

AAP. = Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin,
AMA. = Archiv für Mikroskopische Anatomie,
AN. = Archiv für Naturgeschichte,
CR. = Comptes rendus de l'Académie des Sciences,
JZ. = Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaft,
MJ. = Morphologisches Jahrbuch,
ZA. = Zoologischer Anzeiger,
ZWZ. = Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.

A munka czíme után tett Sep. különlenyomatot (separatumot) jelent.

Ein *Sep.* hinter dem Titel der Arbeit bedeutet »Sonderabdruck».

Auerbach Leopold, Ueber Encystirung von Oxytricha Pellionella. ZWZ. V. (1854) 430. Taf. XXII. B.

— Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. ZWZ. VI. (1855) 365. Taf. XIX—XXII.

Balbiani G., Sur l'existence d'une génération sexuelle ches les Infusoires. CR. XXXXVI. (1858) 628.

— Récherches sur les organs générateurs et la reproduction des Infusoires dites polygastriques. CR XXXXVII. (1858) 383.

— Note sur un cas de parasitisme improprement pris pour une mode de reproduction des Infusoires ciliés. CR. L. (1860) 319.

— Observations et expériences sur les phénomènes de la reproduction fissipare ches les Infusoires ciliés. CR. L. (1860) 1191.

Balbiani G., Études sur la reproduction des Protozoaires. Du role des organes générateurs dans la division spontanée des infusoires ciliés. Journal de la Phisiologie. III. Nr. IX. (1860) 71. Pl. III. IV.

— Recherches sur les phénomènes sexuels des infusoires. Extrait du Journ. de la Physiologie de l'homme et des animaux (1861, Janvier-Octobre) Pl. VIII—IX.

— Observations sur le Didinium nasutum (Stein). Arch. de Zool. expériment. II. (1873) Nr. 3 p. 363. Pl. XVII.

— Sur la génération sexuelle des Vorticelliens. CR. LXXXI. (1875) 676.

Beneden Édouard van, Récherches sur l'evolution des Grégarines. Bull. de l'Acad. roy. de Belg. 2 ser. XXXI. (1871) 325.

Bergh R. S., Der Organismus der Cilioflagellaten. Eine

phylogenetische Studie. MJ. VII. (1881) 177. Taf. XII—XIV.

Bessels Emil, Haeckelina gigantea. Ein Protist aus der Gruppe der Monothalamien. JZ. IX. (1875) 265.

Bory de Saint-Vincent, Dictionnaire classique d'histoire naturelle. Paris (1822—31) Tome I—XVII. (A véglényekre vonatkozó czikkek.)

Bronn H. G., Die Klassen und Ordnungen des Thierreichs in Wort und Bild. I. Amorphozoa. Mit zwölf lithograph. Tafl. und mehreren Holzsch. Leipzig und Heidelberg. 1859.

Bruch C., Einige Bemerkungen über die Gregarinen. ZWZ. II. (1850) 110.

Buck Emil, Einige Rhizopodenstudien. ZWZ. XXX. (1877) 1—49. Taf. I. II.

Busch W., Anatomie von Trichodina. AAP. (1855) 357. Taf. XIV. A.

Bütschli Otto, Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. AAP. (1870) 365. Taf. IX. B.

— Einiges ber Infusorien. AMA. IX. (1873) 657. Taf. XXV—VI.

— Vorläufige Mittheilungen einiger Resultate von Studien über die Conjugation der Infusorien und die Zellentheilung. ZWZ. XXV. (1875) 426.

— Zur Kenntniss der Fortpflanzung bei Arcella vulgaris, Ehrb. AMA. XI. (1875) 459. Taf. XXV.

— Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandl. d. Senckenberg. Naturforsch. Gesellsch. X. (1876) Taf. I. XV.

— Ueber die Entstehung des Schwärmsprösslings der Podophrya quadripartita Cl. et L. JZ. X. (1876) 287. Taf. IX

— Ueber den Dendrocometes paradoxus, STEIN, nebst einigen Bemerkungen über Spirochona gemmipara und die contractilen Vacuolen der Vorticellen. ZWZ. XXVIII (1877) 49. Taf. VI.

— Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten und einiger verwandten Organismen. ZWZ. XXX. (1878) 205. Taf XI—XV.

— Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. ZWZ XXXV. (1881) 384.

— Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. ZWZ XXXV. (1881) 629. Taf. XXXI.

— Dr. BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Erster Band. Neu bearbeitet: Protozoa. 1880—81. I—IX. Lief.

Cienkowski L., Ueber Cystenbildung bei Infusorien. ZWZ VI. (1855) 301. Taf. X. XI.

— Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bull. de la Cl. Phys.-Math. de la Acad. imper. d. Scienc. de Saint-Petersbourg. (1856) 262. Taf. I, II.

— Die Pseudogonidien. Jahrb. d. wiss. Botanik. I. (1857) 371. Taf. XXIV. B.

— Ueber parasitische Schläuche auf Crustaceen und einigen Insectenlarven (Amoebidium parasiticum m.) Botan. Zeitung. XIX. (1861) Nr. 25. p. 169. Taf. VII.

— Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten. Jahrb. d. wiss. Botan. III. (1862) 325.

Cienkowski L., Das Plasmodium. Jahrb. d. wiss. Botanik III. (1863) 400. Taf. XVII—XXI.

— Beiträge zur Kenntniss der Monaden. AMA. I. (1865) 203. Taf. XII—XIV.

— Ueber den Bau und die Entwickelung der Labyrinthuleen. AMA. III. (1867) 274. Taf. XV—XVII.

— Ueber die Clathrulina, eine neue Actinophryen-Gattung. AMA. III. (1867) 311. Taf. XVIII.

— Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. AMA. VI. (1870) 421. Taf. XXIV.

— Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. AMA. VII. (1871) 371. Taf. XXX.

— Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris. AMA. VII. (1871) 131. Taf. XIV—V. és ZWZ. XXII. (1872) 297.

— Ueber Noctaluca miliaris Sur. AMA. IX. (1873) 47. Taf. III—V.

— Ueber einige Rhizopoden und verwandte Organismen. AMA. XII. (1875) 15. Taf. IV—VIII.

Certes A., Sur une méthode de conservation des Infusoires. CR. 1873. Sep.

— Note sur l'Haptophrya gigantea Maupas. Extr. du bull. de la Societ. zoolog. de France. 1879. Sep. Pl. 1.

— Sur la glycogène chez les Infusoires. CR. 1880. Sep.

— Note complémentaire sur la préparation et la conservation des organismes microscopiques. Extr. du bull. de la sociét. zoolog. de France. 1881. Sep.

— Sur un procédé de coloration des Infusoires et des éléments anatomiques pendant la vie. 1881. Sep.

— Sur la vitalité des germes de l'Artemia salina et du Blepharisma lateritia. CR. 1881. Sep.

Claparède Édouard, Ueber Actinophrys Eichhornii. AAP. (1854) 398. Taf. XV. Fig. 1—6.

Claparède Édouard et Lachmann Johannes, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. I—II. (1858—59) 1—482. Pl. I—XXIV. Extrait des tomes V. et VI. de l'Institut nat. genevois.

— Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Mémoires de l'Institut nat. genevois. VII. (1861) 1—291. Pl. I—XIII.

Claus C., Bemerkungen zur Lehre von der Einzelligkeit der Infusorien. Verhandl. d. zool. botan. Gesellsch. in Wien. XXIV. (1874) 25.

Cohn Ferdinand, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1851) 257. Taf. VII.

— Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocinen. ZWZ. IV. (1852) 77. Taf. VI. Fig. 1—21.

— Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien ZWZ. IV. (1853) 253. Taf. XIII.

— Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze. Nova acta Acad. cæs. Leopold. Carol. XXIV. P. I. 1854.

— Beiträge zur Kenntniss der Infusorien. ZWZ. V. (1854) 420. Taf. XXII. A. Fig. 1—5.

— Ueber Encystirung von Amphileptus Fasciola Ehrb. ZWZ. V. (1854) 434. Taf. XXII. A. 6—7.

— Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans E. ZWZ. IX (1857) 143. Taf. VII. B.

Cohn Ferdinand, Neue Infusorien im Seeaquarium. ZWZ. XVI. (1866) 253. Taf. XIV. XV.

— Die Entwickelungsgeschichte der Gattung Volvox. Festschrift. Breslau. 1875. Mit einer Tafel.

Czermak Johann, Ueber den Stiel der Vorticellen. ZWZ. IV. (1853) 438. Taf. XVII. Fig. 1, 2.

Czerny Vincenz, Einige Beobachtungen über Amoeben. AMA. V. (1869) 158.

Dery Julien, Note sur un Infusoire nouveau pour la Faune Belge. Bullet. de la Soc. Belge de Microsc. (1877—1878) 55.

Dujardin Felix, Histoire naturelle des Infusoires. Paris. 1841. Pl. 22.

— Dictionnaire universelle d'histoire naturelle. Paris. 1849. I—XIII. (A véglényekre vonatkozó czikkek.)

Diesing C. M., Revision der Prothelminthen. Abth. Mastigophoren. Sitzungsb. d. math. naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. LII. Jahrg. (1865) 287. Abth. Amastigen. U. o 505.

Dodel-Port A., Infusorien als Befruchtung-Vermittler bei Florideen. Kosmos. III. Jahrg. 182.

Duncker H. C. F., Ueber Blepharisma lateritia. ZA. (1879.) 260.

Eberhard Ernst, Infusorienforschungen. Progr. d. Realschule zu Koburg. 1858. Taf. I—II.

— Zweite Abhandlung über die Infusorienwelt. Progr. d. Realschule zu Koburg. 1862. Taf. I—III.

— Beitrag zur Lehre von der geschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien. ZWZ. XVIII. (1868) 120.

Eberth Jos., Ueber ein neues Infusorium im Darm verschiedener Vögel. ZWZ. XI. (1861) 98.

Ecker Alex., Ueber den Bau und Leben der contractilen Substanz der niedersten Thiere. ZWZ. I. (1849) 218. Taf. XVIII.

— Zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien. ZWZ. III. (1852) 412. Taf. XIII. Fig. 1—4.

Ehrenberg Christian Gottfried, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig. 1838. Taf. I—XXXIV.

Eichhorn Johann Conrad, Beiträge zur Naturgeschichte der kleinsten Wasserthiere etc. Berlin und Stettin. 1781. Taf. I—VIII.

Eichwald E., Beitrag zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. d. Naturalistes de Moscou. XVII. 1844.

— Nachtrag zur Infusorienkunde Russlands. Bullet. d. Naturalistes de Moscou. 1847. 1849. 1852.

Eimer, Ueber die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere. Würzburg. 1870.

Engelmann Theodor Wilhelm, Ueber Fortpflanzung von Epistylis crassicollis etc. ZWZ. X. (1859) 278. Taf. XXII.

— Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ZWZ. XI. (1861) 347. Taf. XXVIII—XXXI.

— Ueber die Vielzelligkeit von Noctiluca. ZWZ. XII. (1863) 564.

— Ueber Entwickelung und Fortpflanzung von Infusorien. MJ. I. (1876) 573. Taf. XXI—XXII.

— Zur Physiologie der contractilen Vacuolen der Infusionsthiere. ZA. I. (1878) 121.

Engelmann Theodor Wilhelm, Ueber Gasentwickelung im Protoplasma lebender Protozoen. ZA. I. (1878) 152.

Entz Géza, Nehány moha alatt élő gyökláburól. Kolozsvári orv. term. tud. társ. értes. I. 1876.

— A szamosfalvi sóstóban élő gyöklábuakról. Term. rajzi füzetek. I. (1877) 154. 2 tábl.

— Nehány szó a tengeri Amoebákról. Term. rajzi füzetek. I. (1877) 236.

— Zur Gasentwickelung im Protoplasma lebender Protozoen. ZA. (1878) 248.

— A bivaly garat- és bárzsing-izomzatában előforduló óriási orsóalaku psorospermia-tömlőkről. Kolozsvári orv. term. tud. társ. értes. III. 1878.

— Az alsóbb rendű állatoknál előforduló levélzöld testecskék természetéről. Kolozsvári orv. term. tud. társ. értes. I. 1876.

— A tordai és szamosfalvi sóstavak ázalag-faunája. Magy. orv. és term. vizsg. előpataki XVIII. nagygyül. munkálatai. 2 tábl.

— A szamosfalvi sóstó nehány ázalagáról. Term. rajzi füzetek. II. (1878) 219. 3 tábl.

— Ueber die Natur der «Chlorophyllkörperchen» niederer Thiere. Biologisches Centralblatt. I. 646.

— Methoden zur Anfertigung von Dauerpräparaten mikroskopischer Organismen. ZA. (1881) 575.

Everts E., Untersuchungen über Vorticella nebulifera. ZWZ. XXIII. (1873) 592. Taf. XXX.

Eyferth B., Die einfachsten Lebensformen. Systematische Naturgeschichte der mikroskopischen Süsswasserbewohner. Mit. 5 Taf.

— Schyzophyten und Flagellaten. System. Naturgesch. d. mikrosk. Süsswasserbewohner. Braunschweig. 1879.

Focke Gustav Woldemar, Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. I. Hft. Bremen. 1847.

— Physiologische Studien. A. Wirbellose Thiere. II. Hft. Bremen. 1854.

— Ueber schalenlose Radiolarien des süssen Wassers. ZWZ. XVIII. (1868) 345. Taf. XXV.

Fraipont Julien, Recherches sur les Acinétiniens de la cote d'Ostende. Bull. de l'Acad. roy. de Belg. (1877—78) 247. 475.

Frantzius Alexander de, Analecta ad Ophridii versatilis historiam naturalem. Vratislaviæ. 1849.

Fresenius G., Beiträge zur Kenntniss mikroskopischer Wesen. 1858. Taf. I—III.

Frey H., Das einfachste thierische Leben. Monatsschr. d. wissensch. Vereins in Zürich. 1858.

Fromentel E. de, Études sur les Microzoaires ou Infusoires propre ment dits. Paris. 1874. Pl. XX.

Gabriel B., Untersuchungen über Morphologie, Zeugung und Entwickelung der Protozoen. MJ. I. (1876) 335. Taf. XX.

— Zur Classification der Gregarinen. ZA. (1880) 569.

Gegenbaur Carl, Bemerkungen über Trachelius ovum E. AAP. (1857) 309.

Gleichen Baron de, Dissertation sur la génération, les animalcules spermatiques et ceux d'infusions. Paris. An VII.

Greeff Richard, Ueber einige in der Erde lebende Amoeben und andere Rhizopoden. AMA. II. (1866) 299. Taf. XVII—XVIII.
— Ueber Actinophrys Eichhornii und einen neuen Süsswasserrhizopoden. AMA. III. (1867) 396.
— Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süssen Wassers. AMA. V. (1869) 464. Taf. XXVI—VII.
— Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. AN. XXXVI—XXXVII. (1870—71) 185. Taf. IV—VIII.
— Pelomyxa palustris (Pelobius), ein amoebenartiger Organismus des süssen Wassers. AMA. X. (1873) 51. Taf. III—V.
— Ueber Radiolarien und radiolarienartige Rhizopoden des süssen Wassers. AMA. XI. (1874) 1. Taf. I. II.
Grenacher H., Bemerkungen über Acanthocystis viridis Ehr. ZWZ. XIX. (1869) 289. Taf. XXIV.
Grimm Oscar, Ueber eine neue Süsswasser-Radiolarie. AMA. VIII. (1872) 531. Taf. XXI.
Gruber A., Neue Infusorien. ZWZ. XXXIII. (1879) 439. Taf. 25—26.
— Die Haftorgane der Stentoren. ZA. (1876) 390.
— Vorläufige Mittheilungen über neue Infusorien. ZA. (1879) 518.
— Berichtigung. ZA. (1879) 668.
— Fortpflanzung bei Euglypha alveolata. ZA. (1880) 582.
— Dimorpha mutans. Eine Mischform von Flagellaten und Heliozoen. ZWZ. XXXVI. (1881) 445. Taf. XXIX.
— Beiträge zur Kenntniss der Amoeben. U. o. 459. Taf. XXX.
Guanzati L., Beobachtungen und Erfahrungen an einem wunderbaren Infusorium. ZWZ. VI. (1855) 432.
Győry A. von, Ueber Oxyuris spirotheca. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien. XXI. 1856.
Haeckel E. H., Die Radiolarien. (Rhizopoda Radiolaria). Mit einem Atlas von 35 Taf. Berlin. 1862.
— Ueber den Sarkodekörper der Rhizopoden. ZWZ. XV. (1865) 342. Taf. XXVI.
— Biologische Studien. I. Leipzig. 1870.
— Zur Morphologie der Infusorien. JZ. VII. (1873) 516.
— Ueber einige pelagische Infusorien. JZ. VII. (1873) 561. Taf. XXVII—VIII.
— Das Protistenreich. Kosmos. II. Jahrg. 10. 105. 215.
— Das Protistenreich. Leipzig. 1878.
Heitzmann C., Untersuchungen über das Protoplasma. Sitzungber. d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. LXVII. 1873.
Henle, Ueber die Gattung Branchiobdella AAP. (1835) 592.
Henneguy L. F., Sur la reproduction du Volvox dioïque. CR. (1876) 287.
Hertwig R. und Lesser E., Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. AMA. X. (1874) 35. Taf. II—V.
Hertwig Richard, Ueber Microgromia socialis, eine Colonie bildende Monothalamie des süssen Wassers. AMA. X. (1874) 1. Taf. I.
— Ueber Podophrya gemmipara nebst Bemerkungen zum Bau und zur systematischen Stellung der Acineten. MJ. I. (1875) 20. Taf. I. II.
Hertwig Richard, Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig 1876. Taf. I—V.
— Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. MJ. II. (1876) 63. Taf. III.
— Bemerkungen zur Organisation und systematische Stellung der Foraminiferen. JZ. X. (1876) 41. Taf. II.
— Studien über Rhizopoden. JZ. XI. (1877) 325. Taf. XIX—XX.
— Ueber Leptodiscus medusoides. JZ. XI. (1877) 308. Taf. XVII—XVIII.
— Ueber die Organisation der Radiolarien. JZ. XII. 50.
— Der Organismus der Radiolarien. (1879) Taf. I—X.
James-Clark H., On the Spongiæ ciliatæ as Infusoria flagellata etc. Memoirs read before the Boston society of natural History. I. (1866) 305. Pl. 9—10.
Jäger Gustav, Ueber das spontane Zerfallen der Süsswasserpolypen nebst einigen Bemerkungen über Generationswechsel. Sitzungsb. d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. der Wiss. Wien. (1860) 321. Taf. I.
Joblot M., Observations d'Histoire naturelle faites avec le Microscope. Paris. 1754.
Joseph G., Ueber Grotten-Infusorien. ZA. (1876) 114.
Kölliker A., Die Lehre von der thierischen Zelle und den einfachen thierischen Formelementen, nach neuesten Fortschritten dargestellt. Zeitschr. d. wiss. Botanik. II. (1845) 97.
— Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere. ZWZ. I. (1848) 25.
— Das Sonnenthierchen, Actinophrys sol. ZWZ. I. (1849) 198. Taf. XVII.
— Icones histiologicæ. I. Leipzig. 1864.
Kühne W., Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der contractilen Substanzen. AAP. (1859) 640.
Kützing Friedrich Traugott, Ueber die Verwandlung der Infusorien in niedere Algenformen. Nordhausen. 1844.
Lachmann Joh., Ueber die Organisation der Infusorien, besonders der Vorticellen. AAP. (1856) 340. Taf. XIV—V. Lásd Claparède-nél.
Ledermüller Martin Frobenius, Mikroskopische Gemüths- und Augen-Ergötzungen. Nürnberg. 1761.
Leeuwenhoek A., Arcana Naturæ detecta ab Antonio van Leeuwenhoek. Delphis Batav. 1695.
Leuckart Rud., Ueber Paramæcium (?) coli Malmst. AN. 27. Jahrg. I. (1861) 81. Taf. V. fig. A. B.
— Die Parasiten des Menschen. II. Aufl. Leipzig. 1879.
— Bericht über die wissensch. Leistungen in der Naturgesch. der niederen Thiere. AN. egyes évfolyamaiban.
Leydig, Ueber Psorospermien und Gregarinen. AAP. (1851) 221.
Lieberkühn N., Ueber Protozoen. ZWZ. VIII. (1856) 307.
— Évolution des Grégarines. Extr. du T. XXVI. des Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique. 1855.
— Ueber die Psorospermien. AAP. (1854) 1. és 349.
— Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen. AAP. (1865) 508.
— Beiträge zur Anatomie der Infusorien. AAP. (1856) 20.
Lüders Joh. E., Einige Bemerkungen über Diatomeen-Cysten u. Diatomeen-Schwärmsporen. Botan. Zeitung. 18. Jahrg. Nr. 48. (1860) 377.

Manz, Beitrag zur Kenntniss der Miescher'schen Schläuche. AMA. III. (1867) 345.

Margó Tivadar, Ázalagtani adatok s a Pest-Buda ázalagfaunájának rövid rendszeres átnézete. Mathem. és term. tud. közlem. kiadja a magy. tud. Akad. III. (1865) 76.

Maupas E., Sur l'état mobile de Podophrya fixa. CR. LXXXIII. (1876) 810.

— Sur quelques protorganismes animaux et végétaux multinucléés. CR. LXXXVI. (1879) 250.

Meckel, Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischen Thiere. AAP. (1844) 482.

— Ueber die Gattung Gregarina. AAP. (1845) 373.

Mecsnikov E., Untersuchungen über den Stiel der Vorticellen. AAP. (1863) 180.

— Ueber die Gattung Sphærophrya. AAP. (1864) 258. Taf. VII.

— Nachträgliche Bemerkungen über den Stiel der Vorticellen. AAP. (1864) 291.

Mereschkowsky C., Studien über Protozoen des nördlichen Russland. AMA. XVI. 153. 2. Taf.

Meyen F., Einige Bemerkungen über den Verdauungsapparat der Infusorien. AAP. (1839) 75.

Müller Otho Fridericus, Vermium terrestrium et fluviatilium seu Animalium Infusorium etc. succincta historia. Havniæ et Lipsiæ. 1783.

— Animalcula Infusoria fluviatilia et marina etc. Hanviæ. 1786. T. 1—50.

Müller F., Ueber eine eigenthümliche parasitische Bildung mit specifisch organisirten Samenkörperchen. AAP. (1841) 477.

Perty Maximilian, Zur Kenntniss kleinster Lebensformen. etc. Bern. 1852. Taf. I—XVII.

Pick F. J., Ueber lebende Rhizopoden Wiens. Verhandl. d. zool. botan. Vereins in Wien. VII. (1857) 35.

Rees J., Ueber einige Fälle von Parasitismus bei Infusorien. ZWZ. XXXI. (1878) 473.

Rehberg Hermann, Eine neue Gregarine, Lagenella mobilis n. gn. et n. sp. Abhandl. herausgeg. v. naturw. Vereine zu Bremen. VII. (1880) 68. Taf. IV.

Reichert K. B., Die sogenannten Körnchenbewegungen an den Pseudopodien der Polythalamien. AN. XXX. (1864) 191.

Roos Johannes Carolus, Dissertatio academica, Mundum invisibilem breviter delineatura etc. Upsaliæ. 1767.

Rossbach M. J., Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen etc. Arb. aus d. zool.-zootom. Instit. in Würzburg. I. (1872) 9. Taf. I—II.

Rymer Jones, Auszug aus einem Vortrage über fossile und lebende Infusorien etc. AAP. (1839) 80.

Schmankewitsch Wl., Ueber einige Abweichungen bei der Entwickelung der niedersten Organismen. ZA. II. (1879) 91. és 110.

Schmarda K. Ludwig, Kleine Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Wien. 1846. Taf. I—II.

— Zur Naturgeschichte Aegyptens. Denkschr. d. kaiserl. Akad. Wien. VII. 1854.

Schmidt O., Eine Reclamation die «geformte Sarcode» der Infusorien betreffend. AMA. III. (1867) 393.

Schneider A., Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1854) 191. Taf. IX.

— Zur Kenntniss der Radiolarien. ZWZ. XXI. (1871) 505.

— Beiträge zur Kenntniss der Protozoen. ZWZ. XXX. (1879) 446.

— Bemerkungen zur Entwickelungsgeschichte der Radiolarien. ZWZ. XXIV. (1874) 579.

Schultze Max Sigmund, Ueber den Organismus der Polythalamien (Foraminiferen). Leipzig. 1854. Taf. I—VII.

— Beobachtungen über die Fortpflanzung der Polythalamien. AAP. 1856. 165. Taf. VI. B.

— Die Gattung Cornuspira unter den Monothalamien und Bemerkungen über die Organisation und Fortpflanzung der Polythalamien. AN. XXVI. (1860) 287.

— Die Körnchenbewegung an den Pseudopodien der Polythalamien. AN. XXIX. (1863) 361.

— Ueber Polytrema minimum, eine Polythalamie. AN. XXIX. (1863) 81.

— Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig. 1863.

— Reichert und die Gromien. AMA. II. (1866) 140.

— Beobachtungen an Noctiluca. AMA. II. (1866) 163.

Schulze Franz Eilhard, Rhizopodenstudien, I. AMA. X. (1874) 328. Taf. XXII.

— Rhizopodenstudien. II. AMA. X. (1874) 377. Taf. XXVI—XXVII.

— Rhizopodenstudien. III. AMA. XI. (1875) 94. Taf. V—VII.

— Rhizopodenstudien. IV. AMA. XI. (1875) 329. Taf. XVIII—XIX.

— Rhizopodenstudien. V. AMA. XI. (1875) 583. Taf. XXXV—XXXVI.

— Rhizopodonstudien. VI. AMA. XIII. (1877) 9. Taf. II—III.

Schwalbe Gustav, Ueber die contractilen Behälter der Infusorien. AMA. II. (1866) 351.

— Observationes nonnullæ de Infusoriorum ciliatorum structura. Berl. 1864.

Siebold C. Th. v., Ueber einzellige Pflanzen und Thiere. ZWZ. I. (1849) 270.

— Ueber undulirende Membranen. ZWZ. II. (1850) 356.

— Ueber die Conjugation des Diplozoon paradoxum, nebst Bemerkungen über den Conjugationsprocess der Protozoen. ZWZ. III. (1851) 62.

Simroth H., Zur Kenntniss des Bewegungsapparates der Infusionsthiere. AMA. XII. (1875) 51. Taf. IX.

Stein Friedrich, Ueber die Natur der Gregarinen. AAP. (1848) 182.

— Untersuchungen über die Entwickelung der Infusorien. AN. XV. (1849) 92. Taf. I—II.

— Neue Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und des feineren Baues der Infusionsthiere. ZWZ. III. (1852) 475. Taf. XVIII.

— Die Infusionsthiere auf ihre Entwickelungsgeschichte untersucht. Leipz. 1854. Taf. I—VI.

— Der Organismus der Infusionsthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. I. Leipzig. 1859. Taf. I—XIV.

Stein Friedrich, Ueber die Hauptergebnisse der neuern Infusorienforschungen. Wien. 1863.

— Der Organismus der Infusionsthiere etc. II. Leipzig. 1867. Taf. I—XVI.

— Der Organismus der Infusionsthiere etc. III. 1. Hälfte. Leipzig. 1879. Taf. I—XXIV.

Sterki V., Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. ZWZ. XXXI. (1878) 29. Taf. IV.

— Tintinnus semiciliatus. Eine neue Infusorienart. ZWZ. XXXII. (1879) 460. Taf. XXVIII.

Stuart Alexander, Ueber Coscinosphæra ciliata, eine neue Radiolarie. ZWZ. XVI. (1866) 328. Taf. XVII.

Szentkirályi Ákos, A Miescher-féle tömlők. Kolozsvárt. 1880.

Trembley Abraham, Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süssen Wassers mit hörnerförmigen Armen. Aus dem Französischen übersetzt von J. A. E. GOEZE. Quedlinburg. 1775.

D'Udekem M. J., Récherches sur le d'eveloppement des Infusoires. Bull. de l'Acad. roy. de scienc. de Belgique. XXX. (1856) Pl. I.

— Description des Infusoires de la Belgique. Memoire de l'Acad. roy. d. scienc. de Belgique. XXXIV. (1862) Pl. I—V.

Weisse W. F., Ueber den Lebenslauf der Euglena. Bull. de la Class. phys.-math. de l'Acad. imp. d. scienc. d. St. Petersb. XII. 1857.

Weisse W. F.. Eine infusorielle Selbstbeurtheilung. ZWZ VII. (1855) 240.

— Eine kleine Zugabe zu A. SCHNEIDER's Beiträgen zur Naturgeschichte der Infusorien. AAP. (1856) 160. Taf. VI. A.

Willemoes-Suhm R. v., Biologische Beobachtungen über niedere Meeresthiere. ZWZ. XXI. (1871) Taf. XXXI. Fig. 1—3.

Wrisberg Henricus Augustus, Observationum de animalculis Infusoriis satura. Gottingæ. 1765. Tab. I—II.

Wrzesniowski A., Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. AMA. V. (1869) 25. Taf. III—IV.

— Beobachtungen über Infusorien in der Umgebung von Warschau. ZWZ. XX. (1870) 467. Taf. XXI—XXIII.

— Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. ZWZ. XXIX. (1877) 267. Taf. XIX—XXI.

Zeller Ernst, Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwickelung der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen. ZWZ. XXIX. (1877) 352. Taf. XXIII—IV.

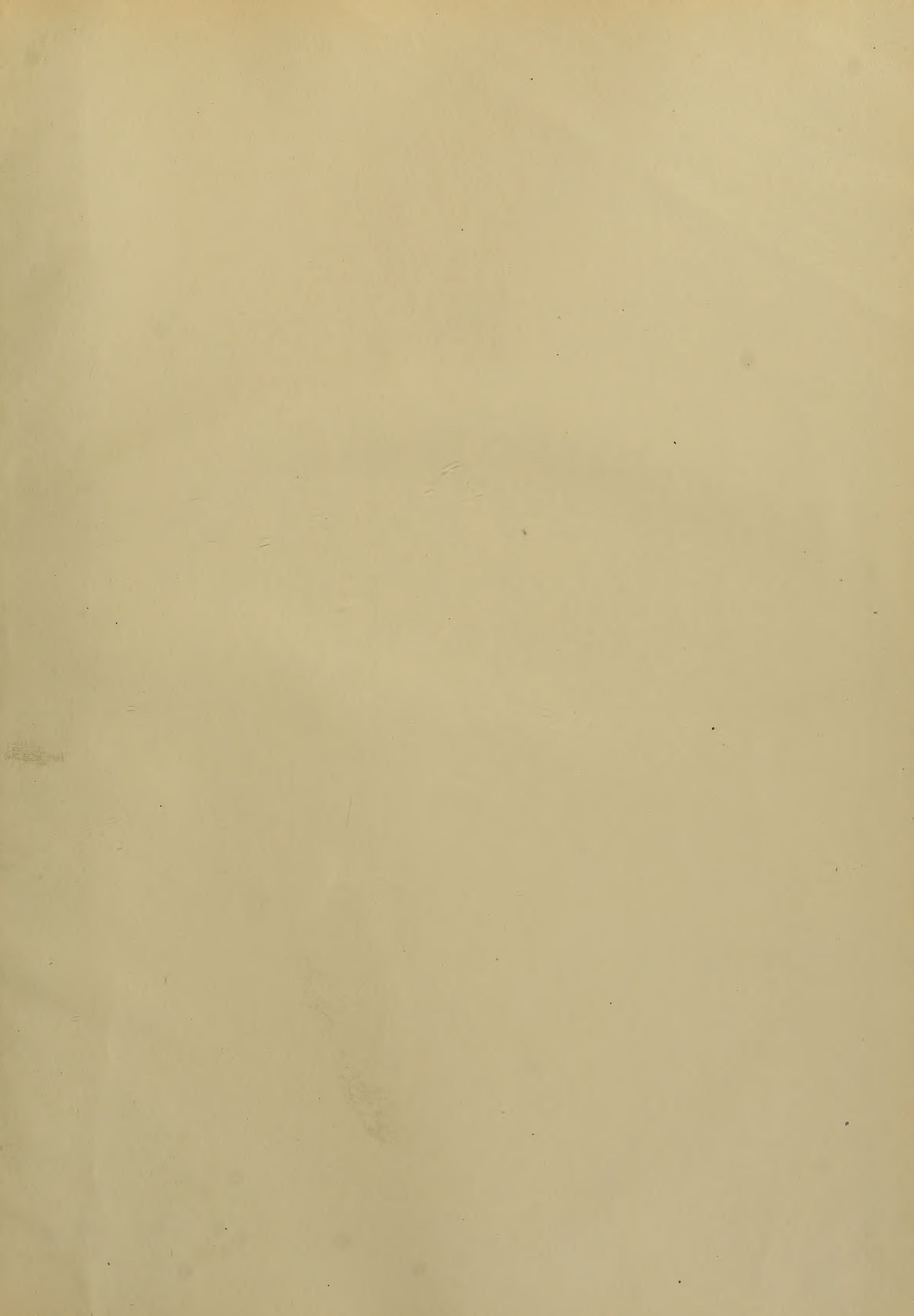
Zenker W., Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. AMA. II. (1866) 332. Taf. XIX.

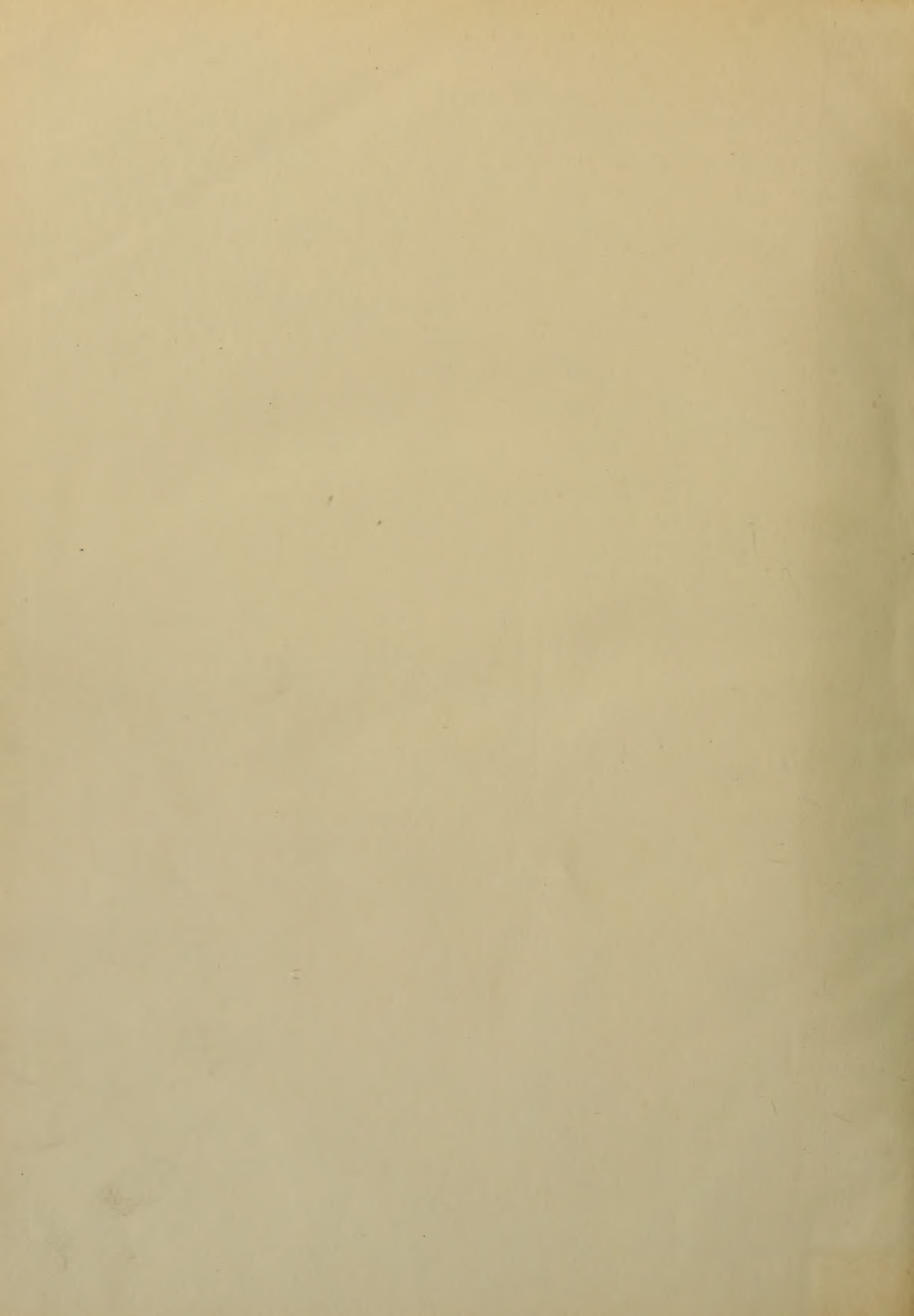
Zürn F. A., Die kugel- und eiförmigen Psorospermien als Ursache von Krankheiten bei Hausthieren. Leipzig. 1878.

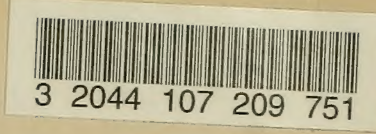


TARTALOM.

INHALTSVERZEICHNISS.






3 2044 107 209 751

